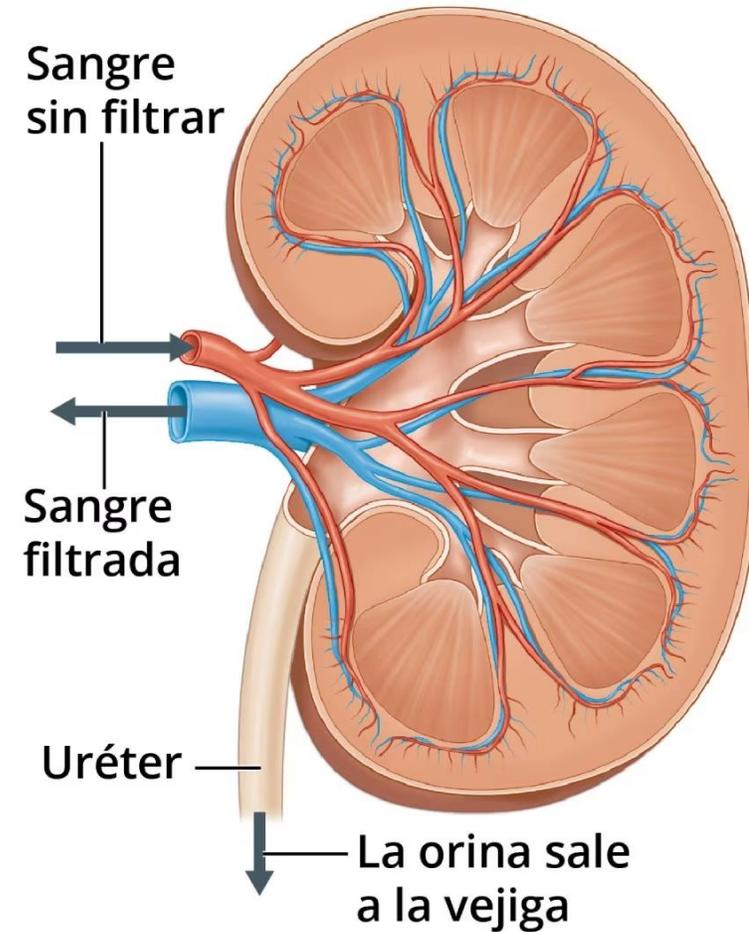


REGULACIÓN DE LA OSMOLARIDAD Y MECANISMOS DE CONTRACORRIENTE. A NIVEL RENAL

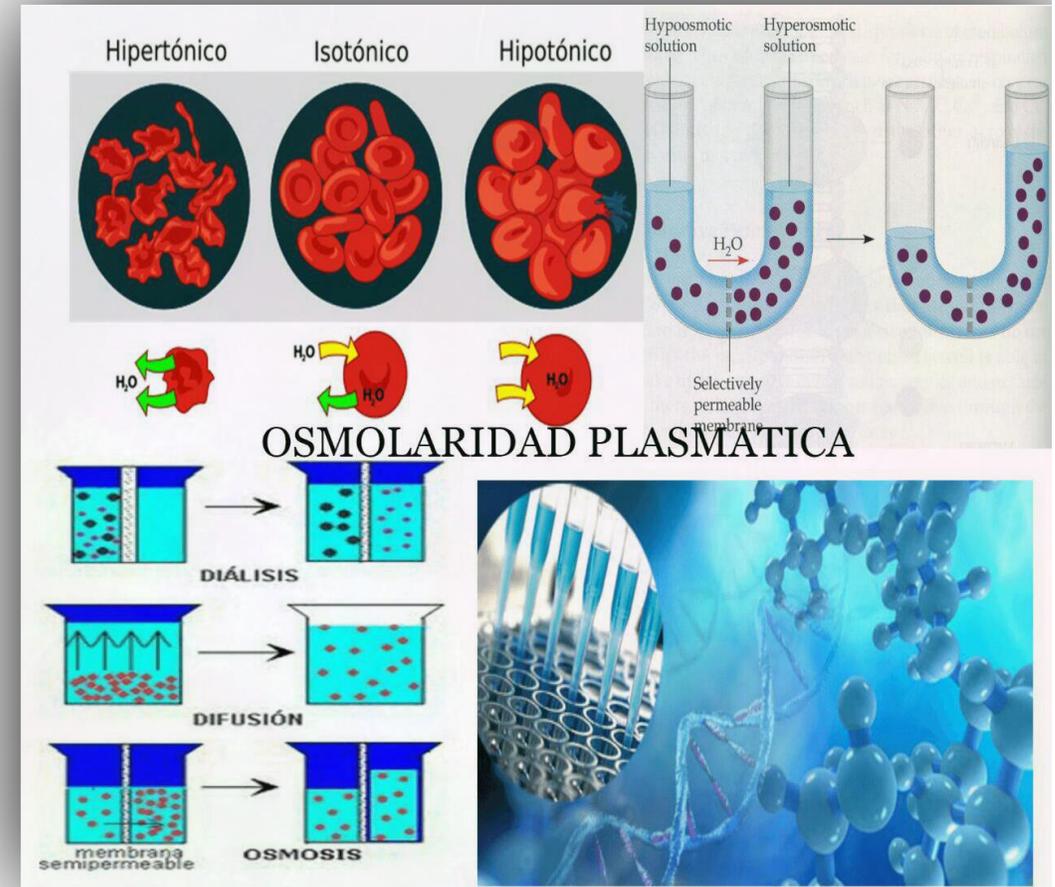
Dr. César Augusto Morataya Roldán

Riñón



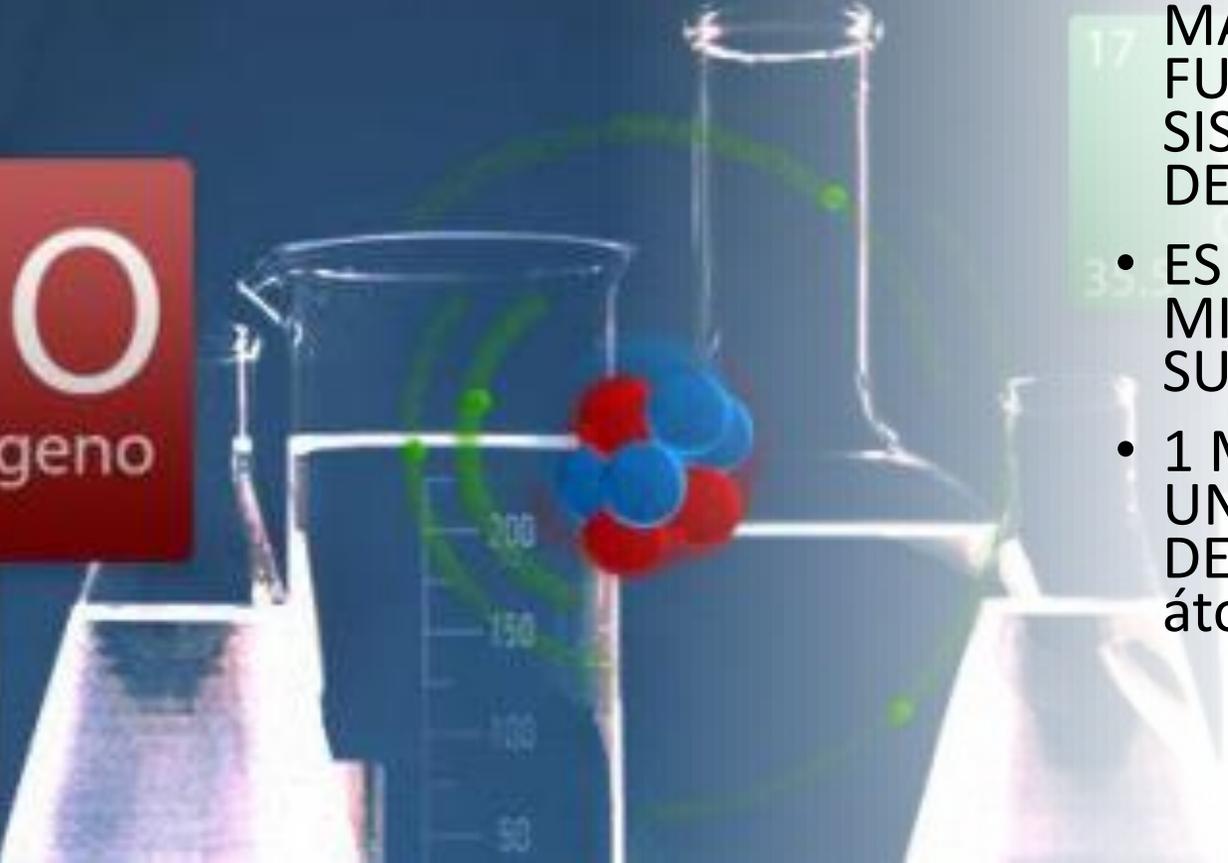
DEFINICIONES BÁSICAS

- MOL
- MOLAL
- MOLAR
- OSMOL OSMOLARIDAD
- OSMOLALIDAD



¿Qué es el Mol

MOL



- ES UNA DE LAS SIETE MAGNITUDES FÍSICAS FUNDAMENTALES DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.
- ES LA UNIDAD CON QUE SE MIDE LA CANTIDAD DE SUSTANCIA
- $1 \text{ MOL} = 6.022 \times 10^{23}$ UNIDADES ELEMENTALES DE SUSTANCIA (pueden ser átomos, moléculas, iones)

EL CONCEPTO DE MOL

$$1 \text{ mol} = 6,02 \times 10^{23} \text{ UNIDADES}$$

Generalmente se usa para ÁTOMOS, MOLÉCULAS, ELECTRONES

$$1 \text{ mol átomos C} = 6,02 \times 10^{23} \text{ átomos C}$$

$$1 \text{ mol moléculas H}_2\text{O} = 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas H}_2\text{O}$$

$$1 \text{ mol e}^- = 6,02 \times 10^{23} \text{ e}^-$$

Molaridad



Cantidad de sustancia de soluto, expresada en moles, contenida en un cierto volumen de disolución, expresado en litros, es decir:

$$M = n / V.$$

Osmolalidad & Osmolaridad

Se usan para expresar la concentración de solutos totales u OSMOLES de una solución. En la **OSMOLALIDAD**, la concentración queda expresada como:

Osmolalidad = osmoles por kilogramo de agua

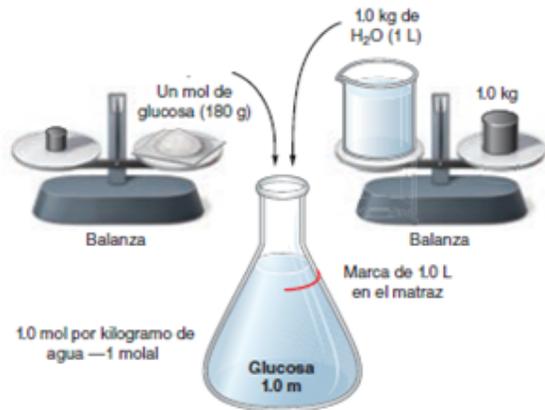
Su unidad, en medicina: miliosmoles por kilogramo de agua (mOsm/kg)

En la **OSMOLARIDAD**, la concentración queda expresada como:

Osmolaridad = osmoles por litro de solución

Su unidad, en medicina: miliosmoles por litro de solución (mOsm/L)

Molalidad

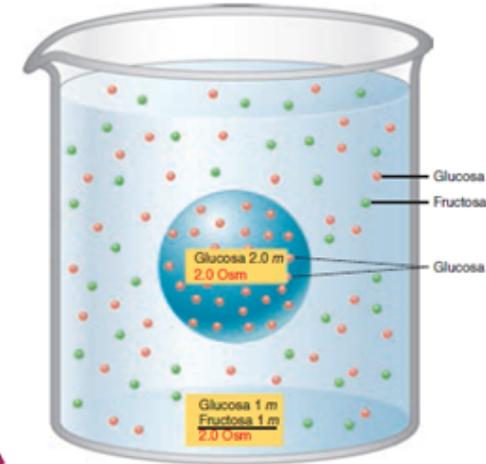
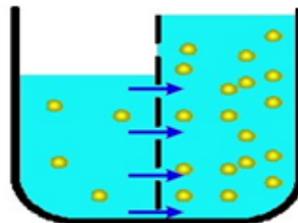


Número de moles de soluto que se encuentran en un kilogramo de disolvente

$$m = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{Kg de disolvente}}$$

Ósmosis

Difusión neta de agua (el solvente) a través de la membrana.



OSMOLARIDAD

- EL VALOR NORMAL PROMEDIO DE LA OSMOLARIDAD DEL LÍQUIDO INTERSTICIAL ES DE 300mOms/L
- EN LA PRÁCTICA MÉDICA SE MIDE EN EL PLASMA SANGUÍNEO



OSMOLARIDAD

PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE NUESTRO CUERPO ES NECESARIO REGULAR LA OSMOLARIDAD.

¿QUÉ ES LA OSMOLARIDAD?

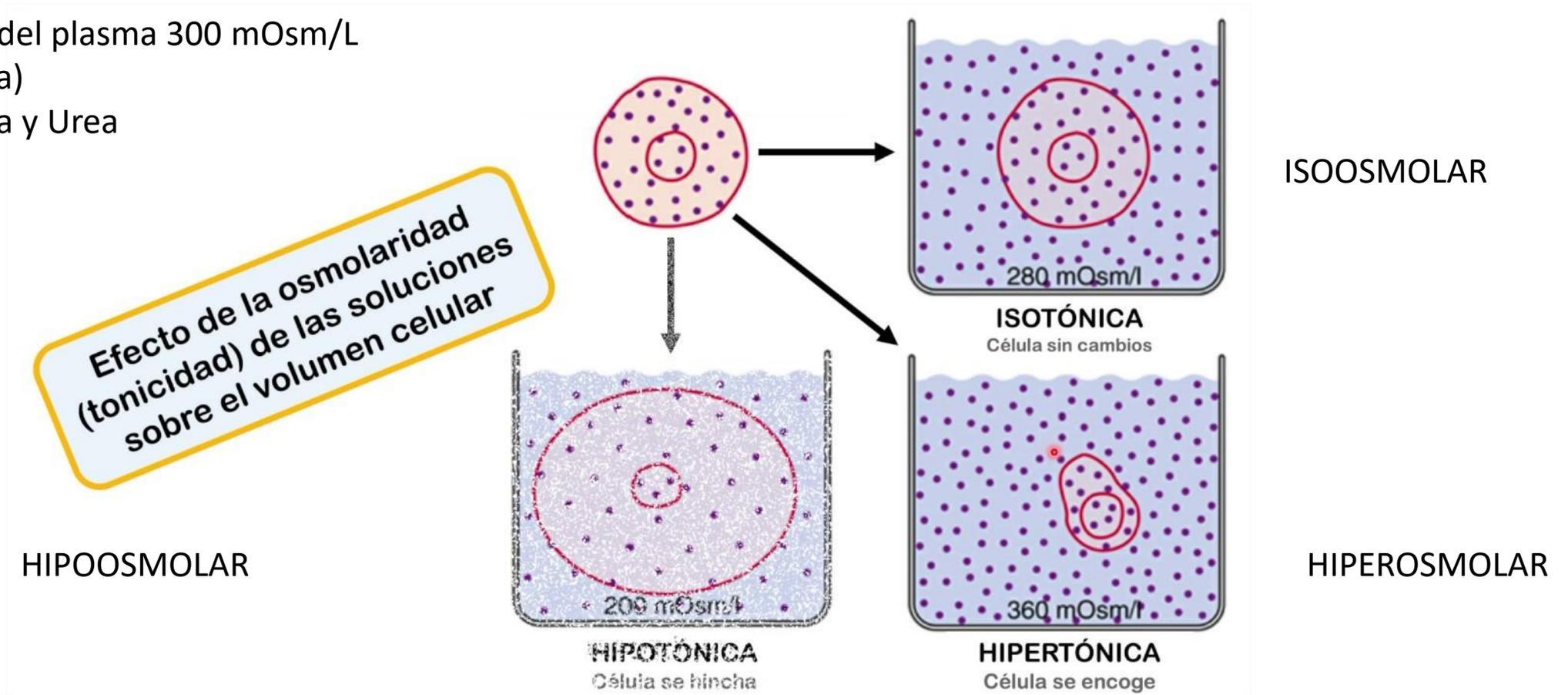
Cantidad de moles de soluto que se encuentran en un litro de solución

$$\text{Molaridad} = \frac{\text{moles de soluto}}{\text{volumen de disolución(L)}}$$

$$M = \frac{n_s}{V_D} = \frac{m_s}{M_m \cdot V_D}$$

CONCEPTOS

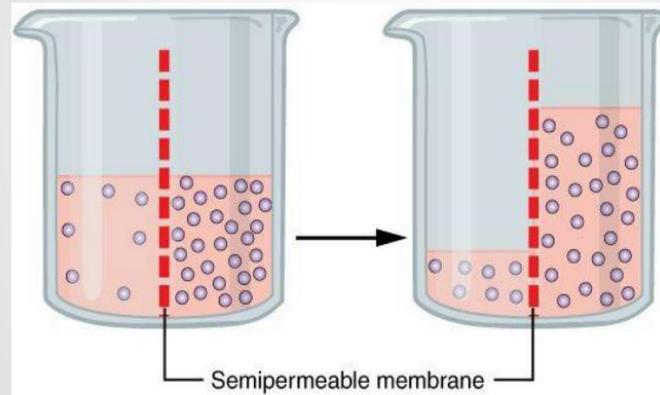
Osmolaridad del plasma 300 mOsm/L
282 (corregida)
Cl, Na, glucosa y Urea



OSMOSIS

Se produce cuando dos soluciones con diferente concentración de partículas son separadas por una membrana semipermeable y el solvente (agua) difunde a través de la membrana, en dirección del compartimento que contiene una solución de menor concentración al de mayor hasta equilibrar las concentraciones.

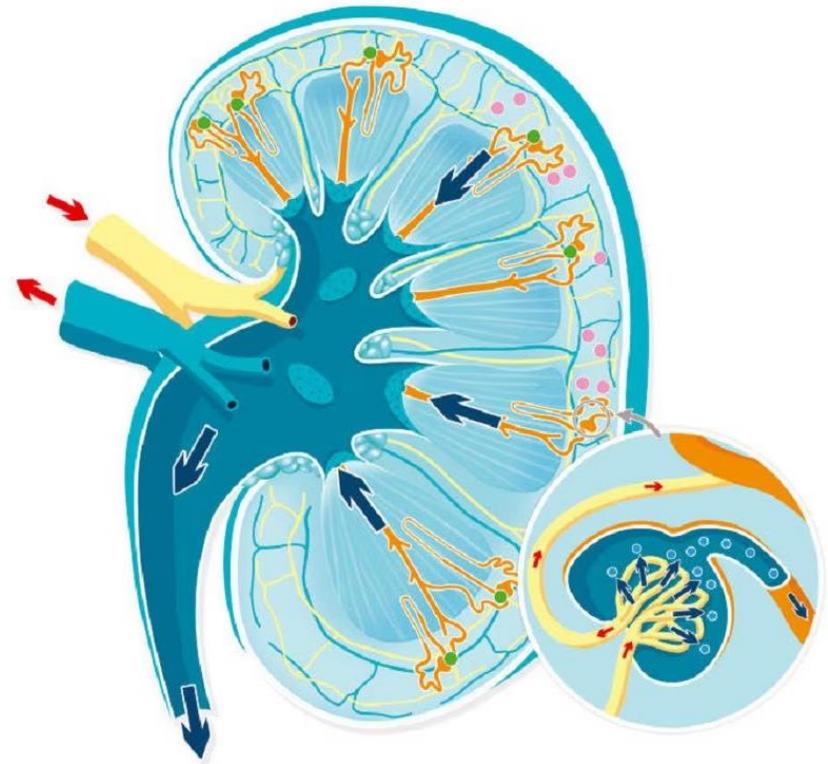
Este fenómeno se produce de forma espontánea sin gasto energético.



La ósmosis es el mecanismo donde el agua pasa a través de una membrana semipermeable, desde una solución hipotónica a otra hipertónica.

DESHIDRATACIÓN

- SI LOS RIÑONES DETECTAN NIVELES BAJOS DE AGUA LOS RIÑONES INTENTARÁN RETENER LA MAYOR CANTIDAD DE AGUA Y LA ORINA ES HIPEROSMOLAR
- SI LOS RIÑONES DETECTAN NIVELES ALTOS DE AGUA, ENTONCES SALDRÁ MAYOR CANTIDAD DE SOLUCIÓN, ORINA HIPOOSMOLAR.



Exceso de agua

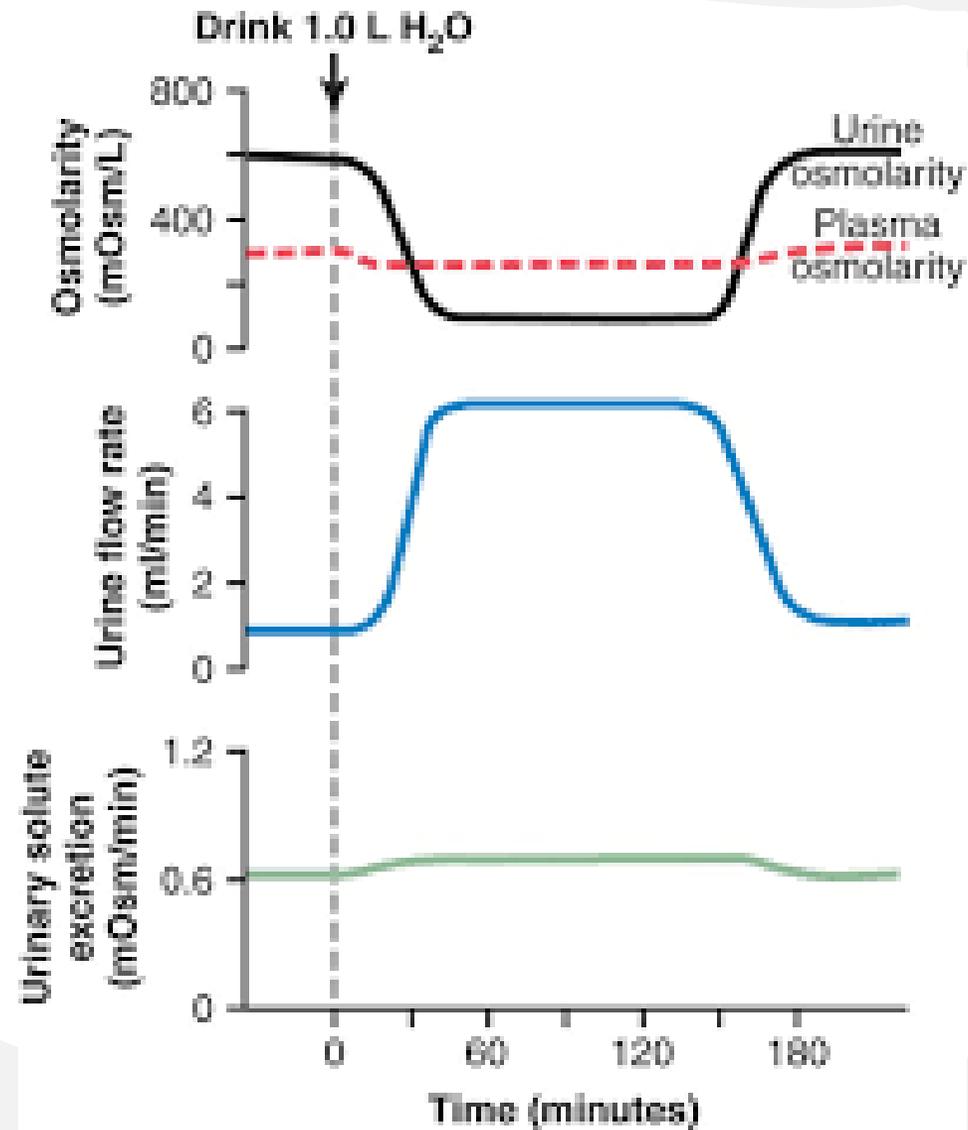


- Osmolaridad plasmática disminuye
- Disminuye la secreción de ADH
- Disminuye la reabsorción de agua
- La orina es hipoosmolar, diluida 50 mOsm/L
- Mayor excreción de orina 20 L/día

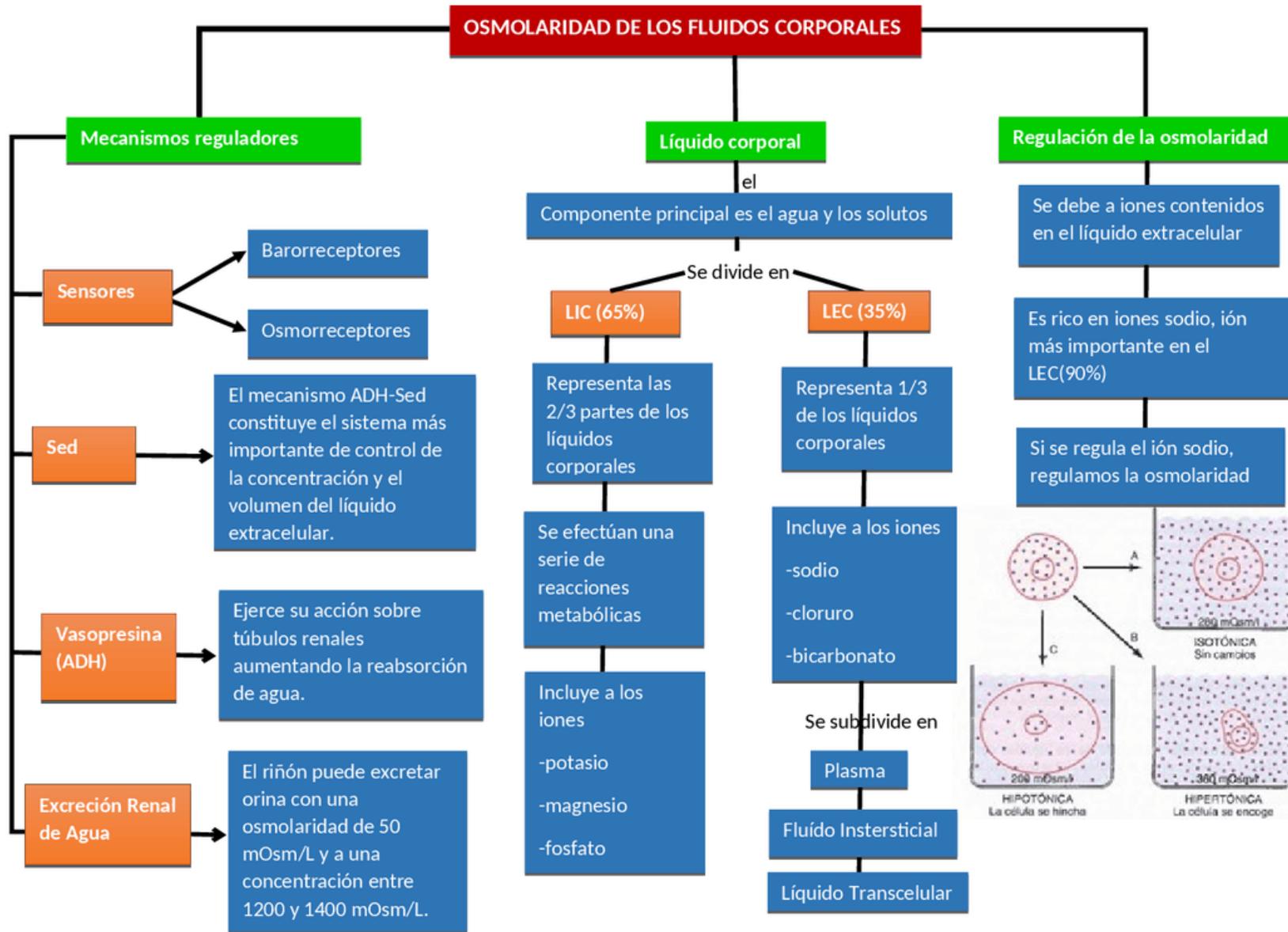
Falta de agua



- Osmolaridad plasmática alta
- Estimula a los osmorreceptores del hipotálamo
- Se secreta ADH
- Aumenta la reabsorción de agua
- Orina concentrada, hiperosmolar 1,200 a 1,400 mOsm/L
- Disminuye el volumen de orina (500 ml/día)

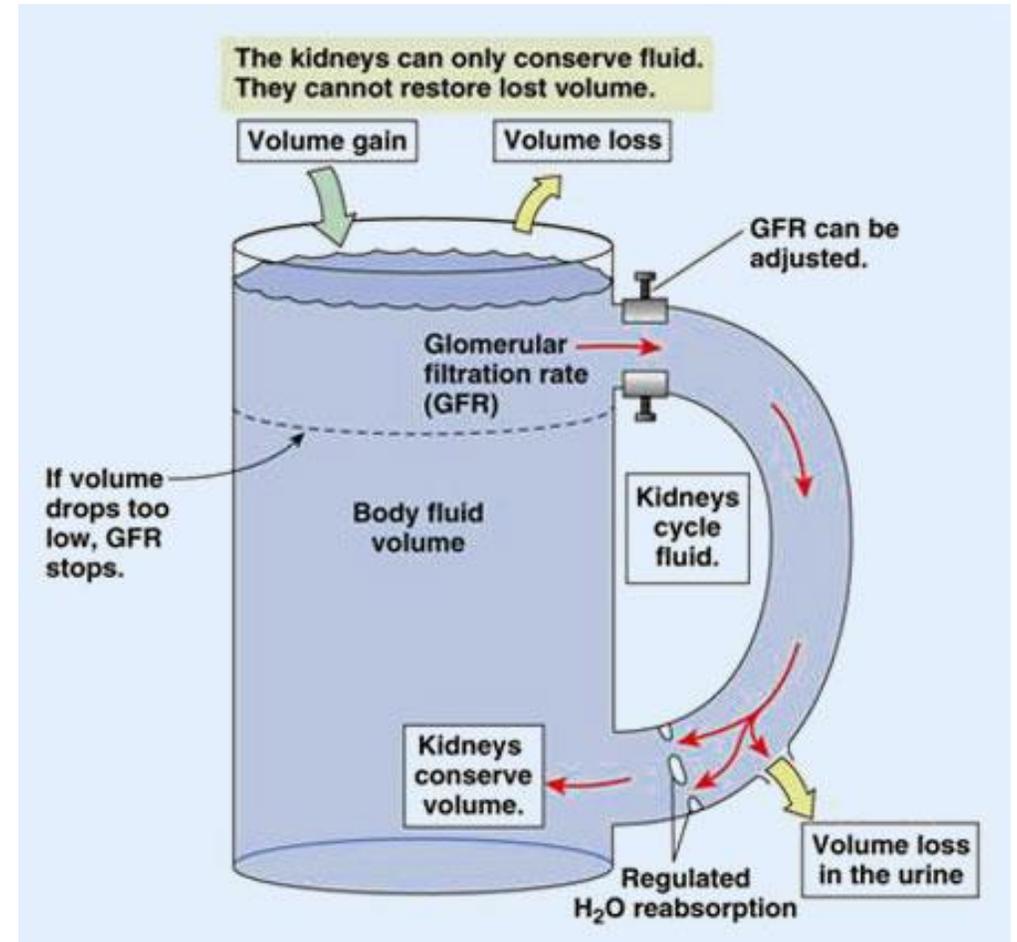


Hall, Corson and Hall Textbook of Medical Physiology, 12th Edition
 Copyright © 2011 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc. All rights reserved.



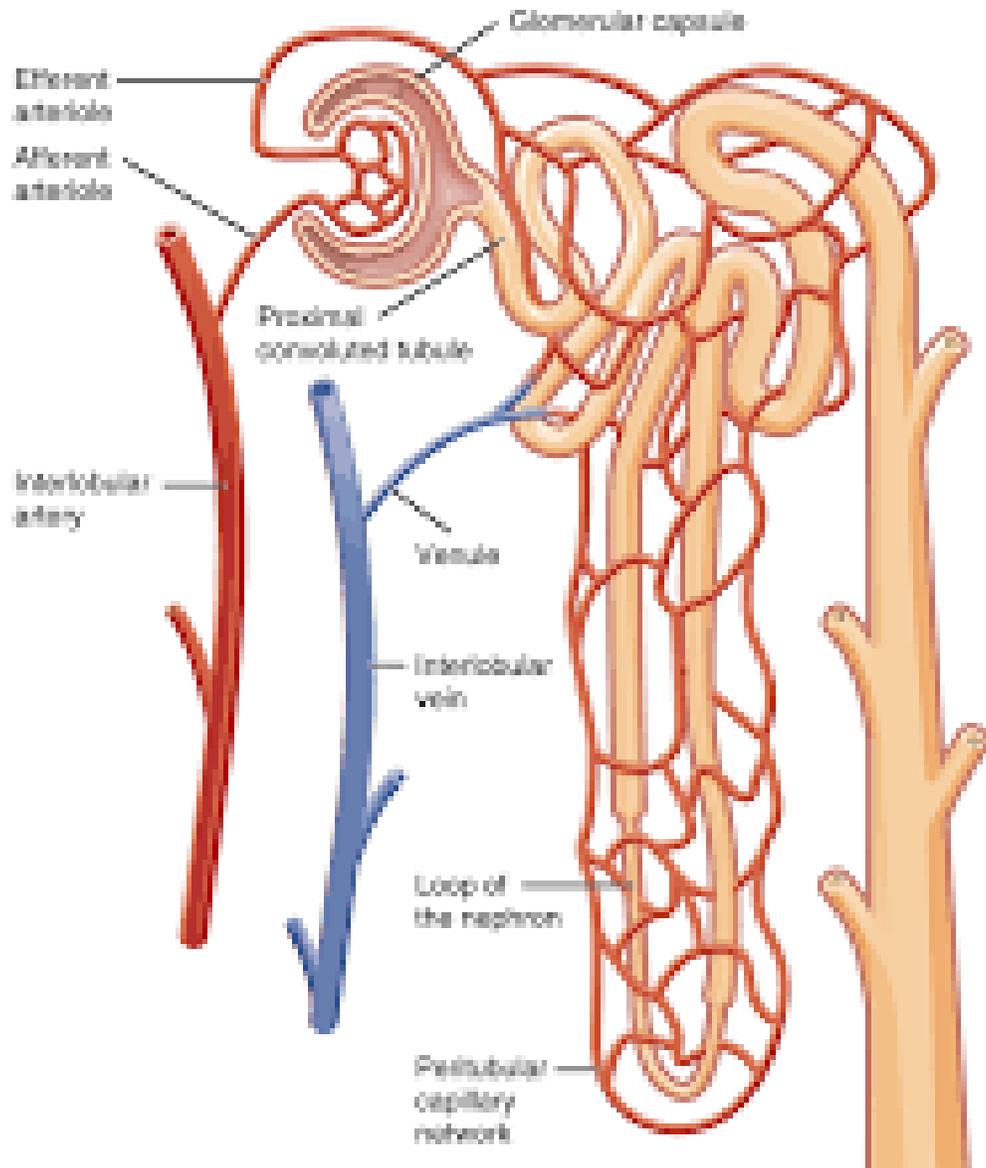
RIÑONES

- POSEE LA CAPACIDAD ENORME DE VARIAR LAS PROPORCIONES RELATIVAS DE SOLUTOS Y AGUA EN LA ORINA, EN RESPUESTA A DIVERSAS SITUACIONES

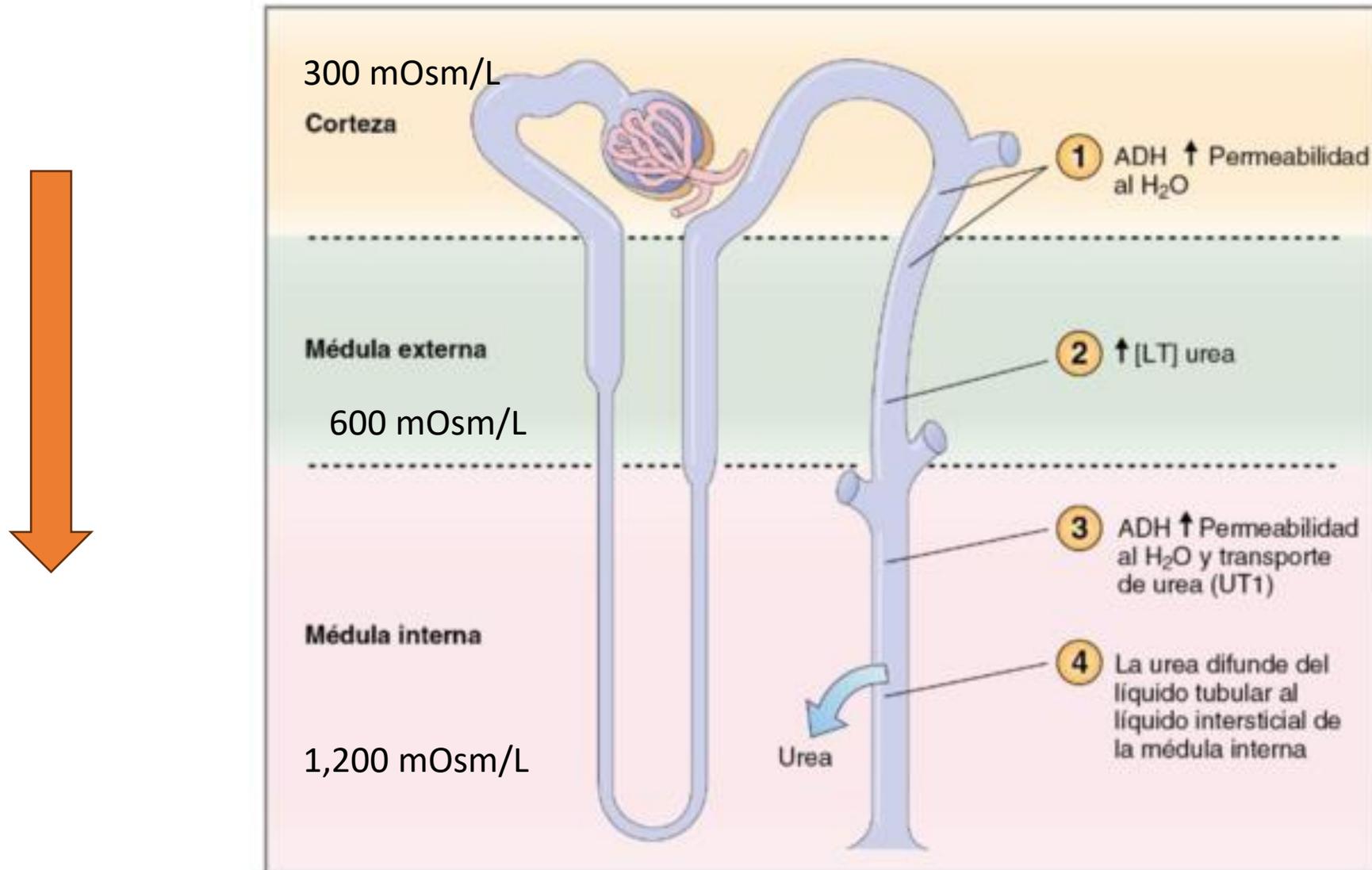


HORMONA ANTIDIURÉTICA ADH, VASOPRESINA

- Regula la osmolaridad de la orina
- Es secretada por la hipófisis
- Su función principal es reabsorber el líquido en los túbulos renales



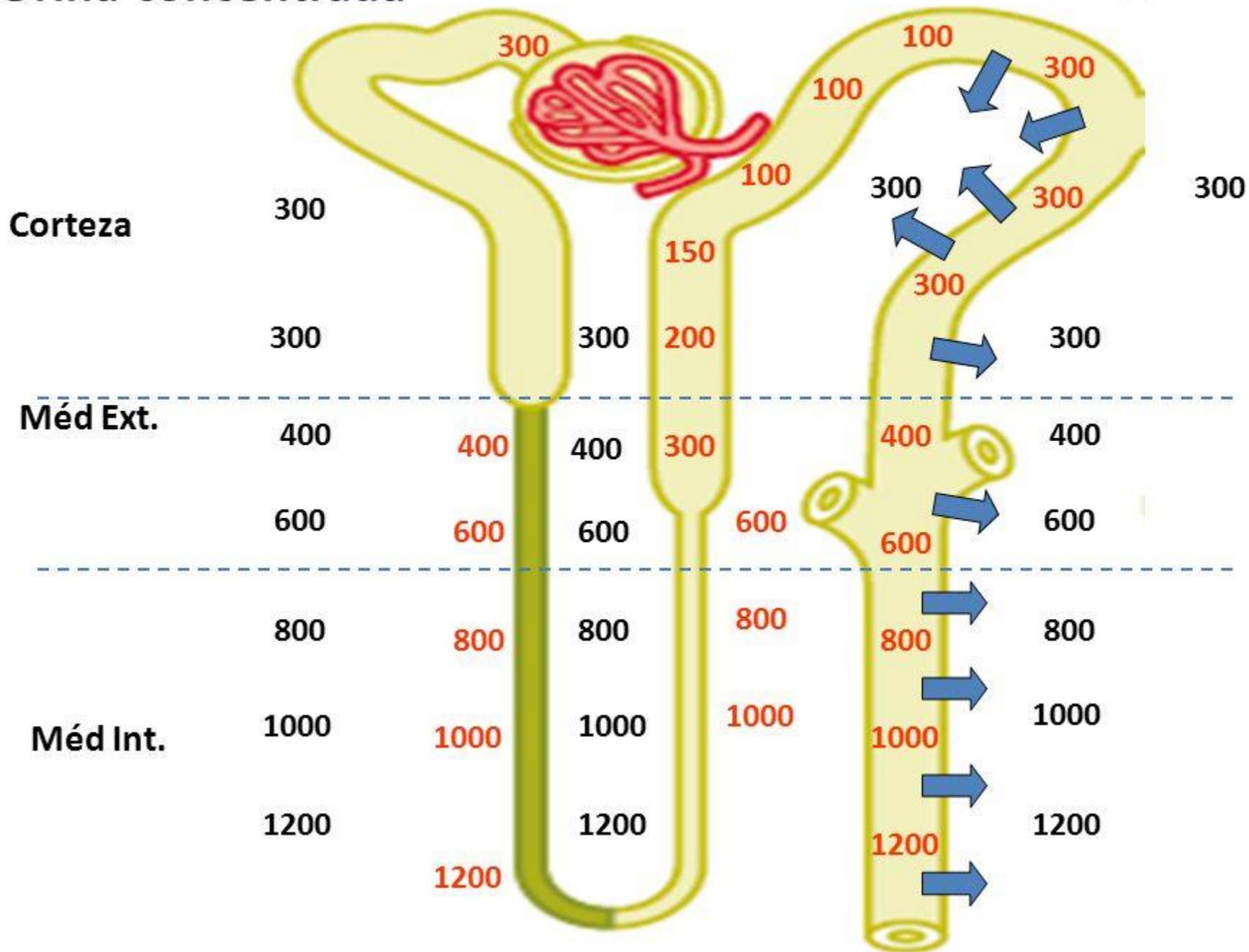
GRADIENTE OSMÓTICO CORTICOMEDULAR



LA OSMOLARIDAD INTERSTICIAL AUMENTA DESDE LA CORTEZA HASTA LA MÉDULA

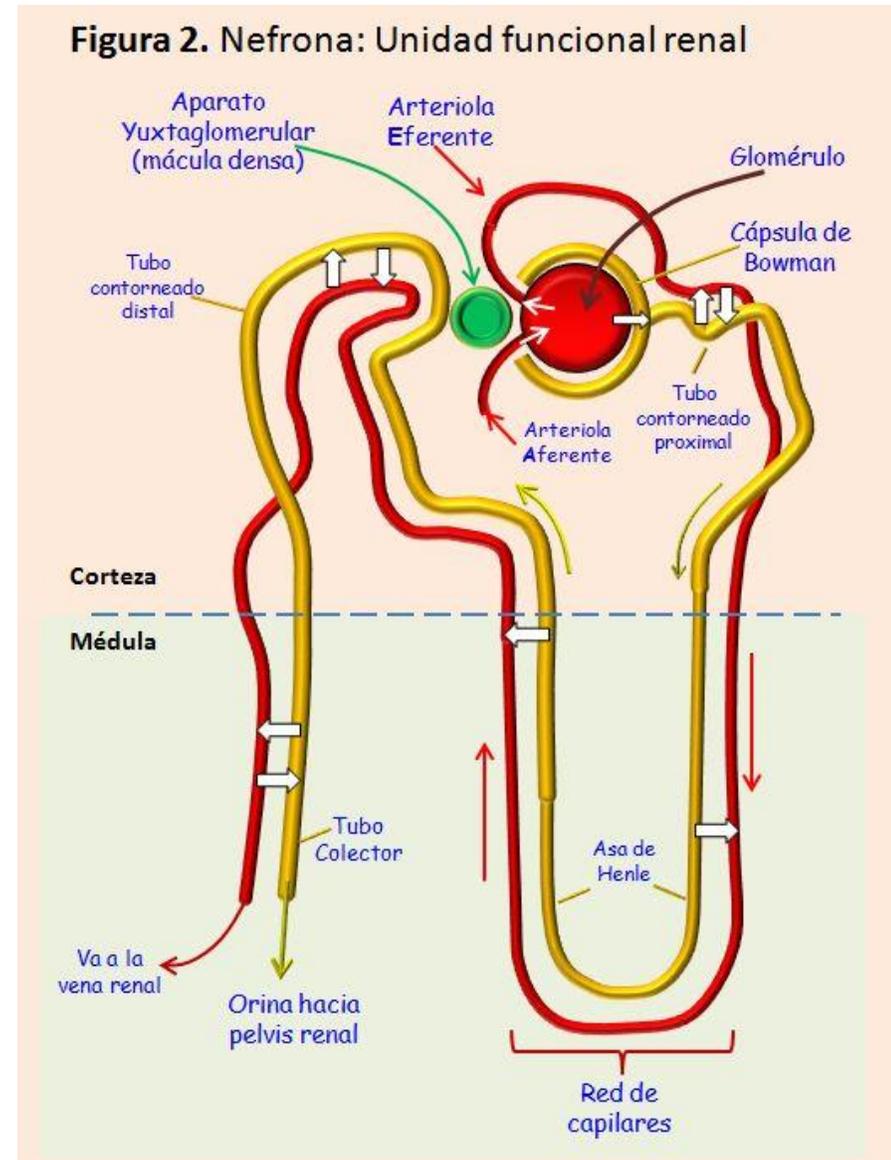
Orina concentrada

Con ADH



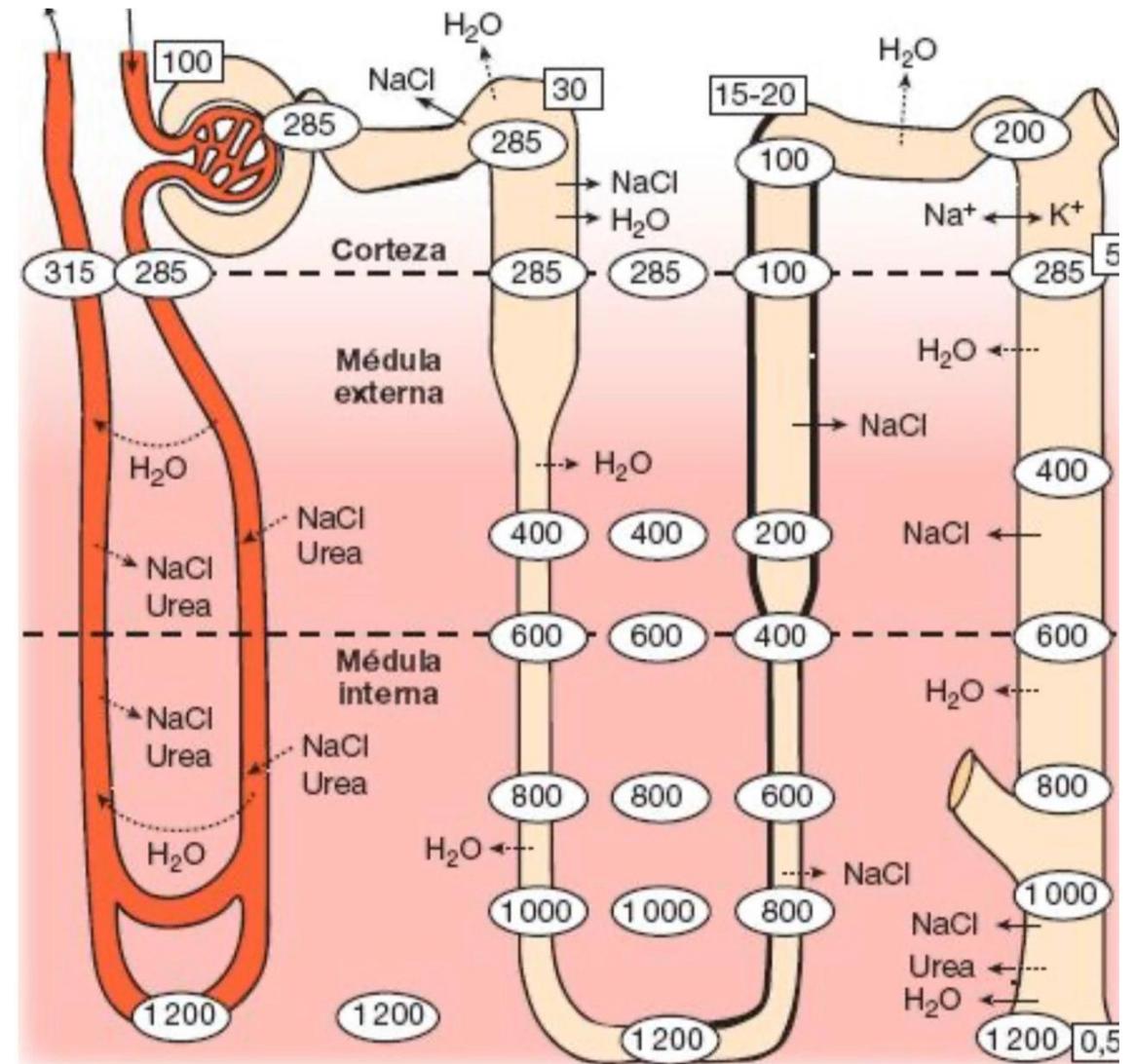
MECANISMOS CREADOS POR UN INTERSTICIO HIPEROSMOLAR

- Multiplicación por contracorriente
- Reciclaje de urea
- Vasos rectos (conservan la hiperosmolaridad)



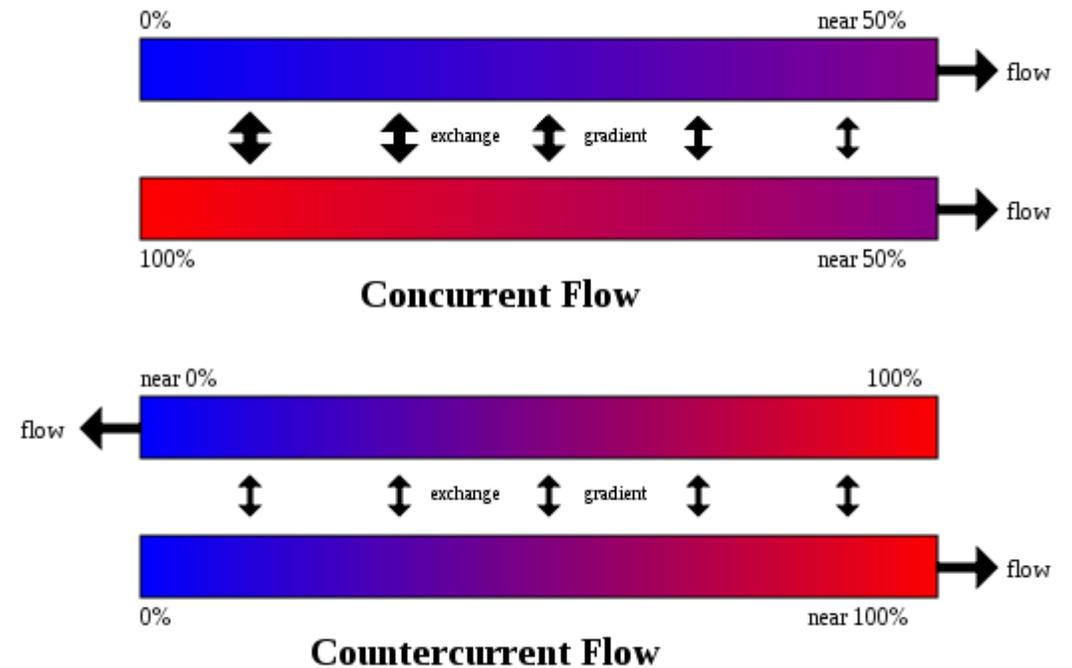
MECANISMO MULTIPLICADOR DE CONTRACORRIENTE

- Permite concentrar la orina usando bombas iónicas, en la médula renal, reabsorbiendo los iones de la orina
- Requiere dos canales paralelos y próximos, ASA DE HENLE y VASOS RECTOS
- El flujo del filtrado glomerular corre en sentido contrario al sanguíneo
- Asa descendente permeable al agua e impermeable al cloruro de sodio
- Asa ascendente impermeable al agua y permeable al cloruro de sodio
- Líquido intersticial hiperosmolar



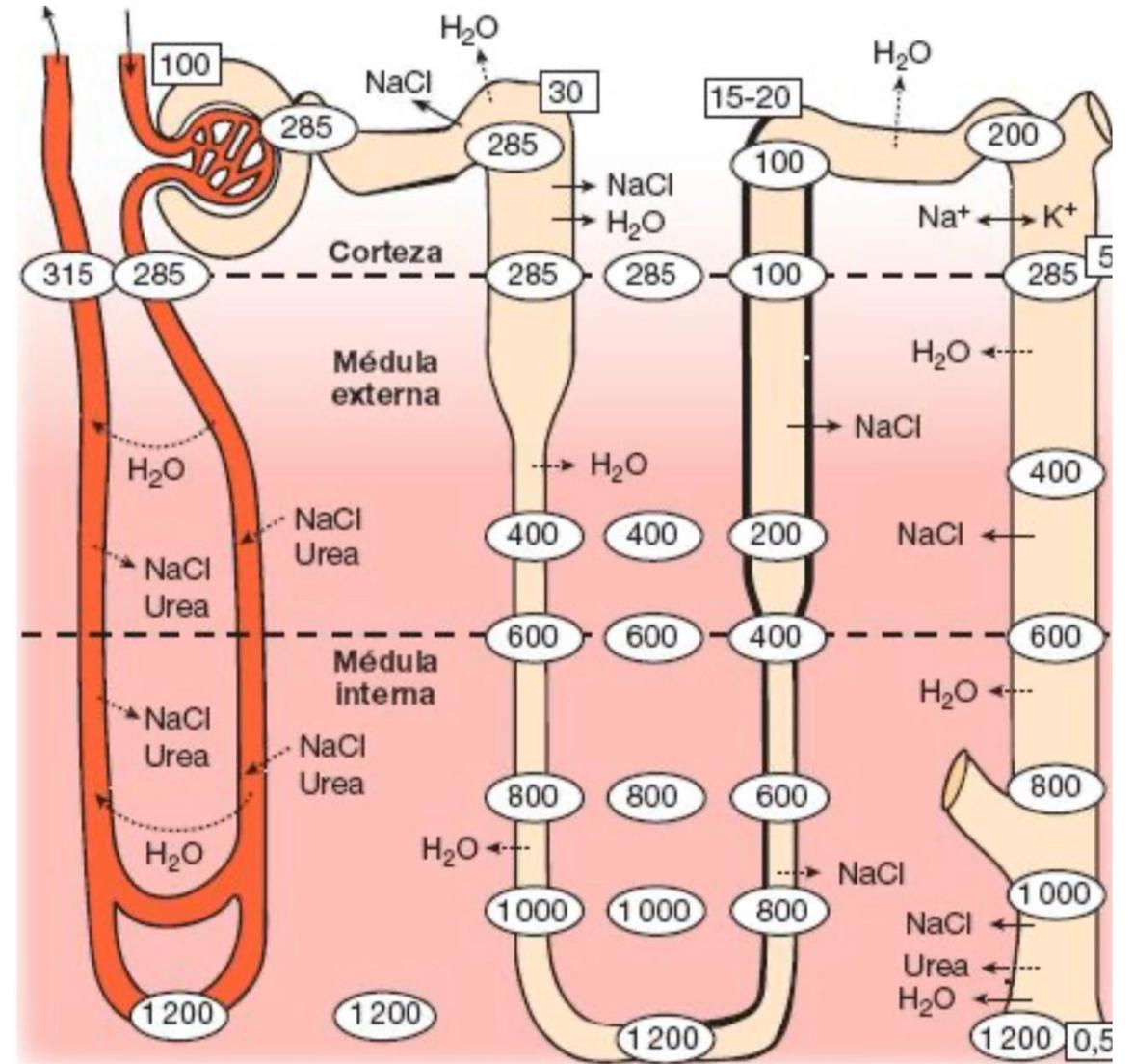
MECANISMO CONTRACORRIENTE

- MECANISMO PARA TRANSFERIR SUSTANCIAS USADO PARA TRANSFERIR SUSTANCIAS ENTRE DOS FLUIDOS QUE VAN EN DIRECCIÓN OPUESTA



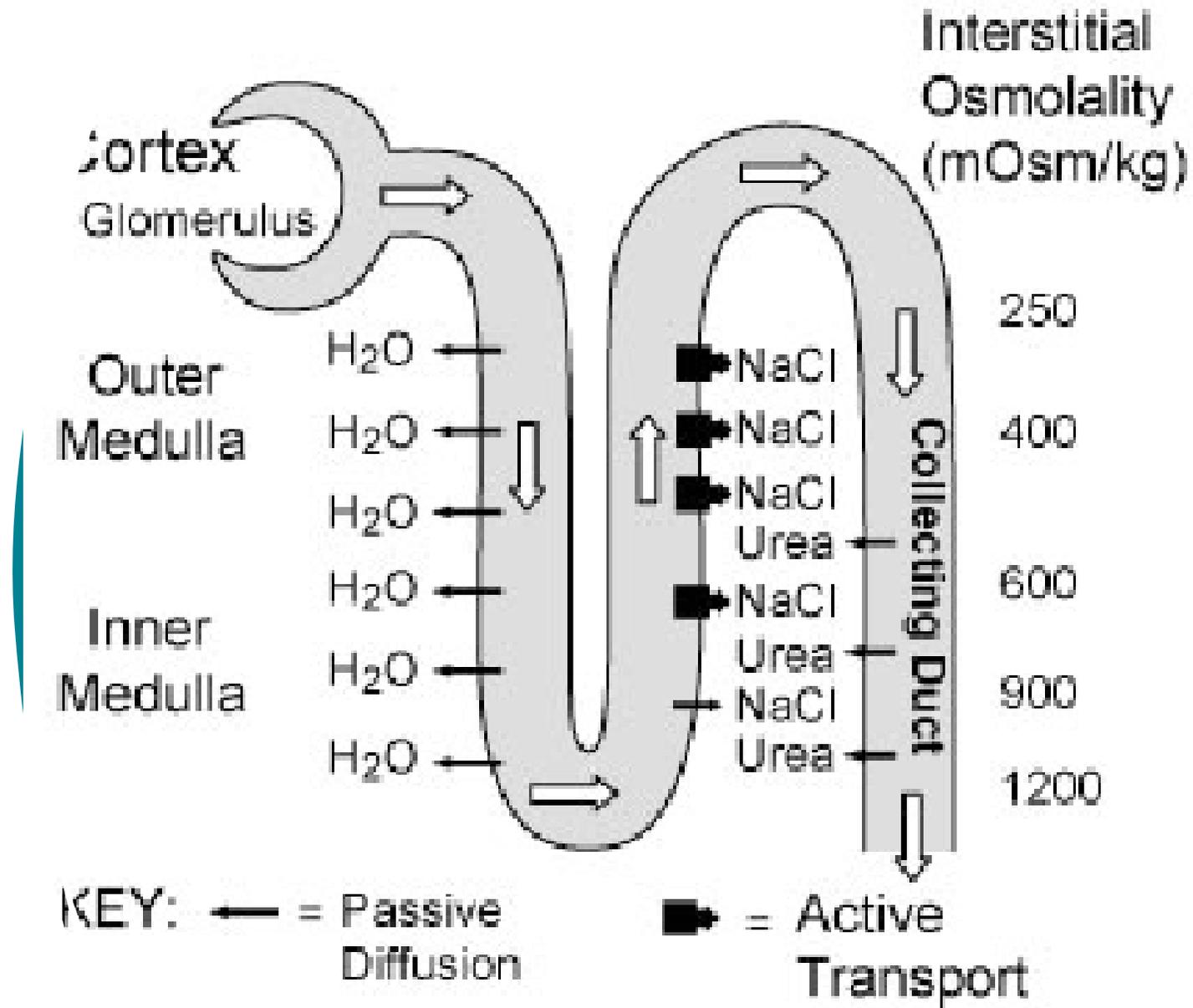
MULTIPLICACIÓN POR CONTRACORRIENTE

- FUNCIÓN DE LAS ASAS DE HENLE EN DEPOSITAR NaCl EN LAS REGIONES MÁS PROFUNDAS DEL INTERSTICIO RENAL
- DOS PASOS:
 1. Efecto único
 2. Flujo de líquido tubular



EFEECTO ÚNICO

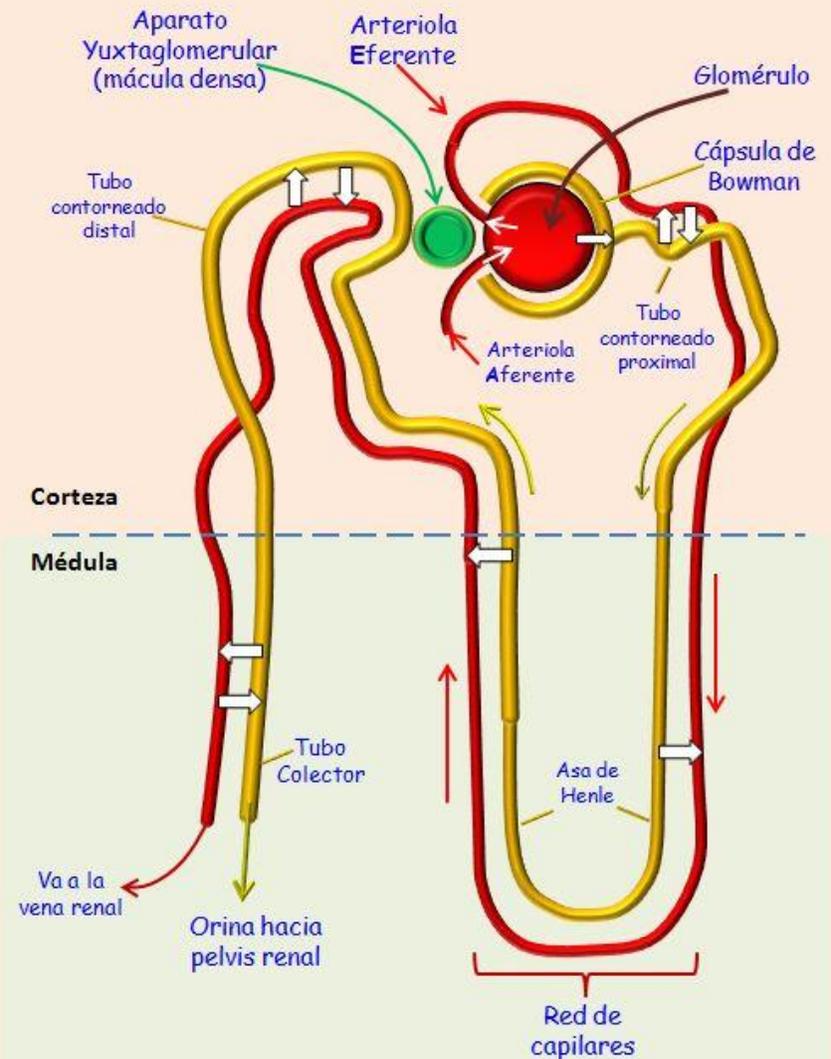
- PASO DEL CLORURO DE SODIO HACIA EL INTERSTICIO EN LA PORCIÓN ASCENDENTE DEL ASA DE HENLE
- PASO DEL AGUA HACIA EL INTERSTICIO EN LA PORCIÓN DESCENDENTE DEL ASA DE HENLE, QUE ES REABSORBIDA POR LOS VASOS RECTOS
- LA ACCIÓN DEL ADH, AUMENTA ACTIVIDAD DEL CONTRANSPORTADOR Na₂Clk
- También participa la urea
- A mayor ADH, MAYOR GRADIENTE OSMÓTICO CORTICOMEDULAR
- A MENOR ADH MENOR GRADIENTE OSMÓTICO CORTICOMEDULAR



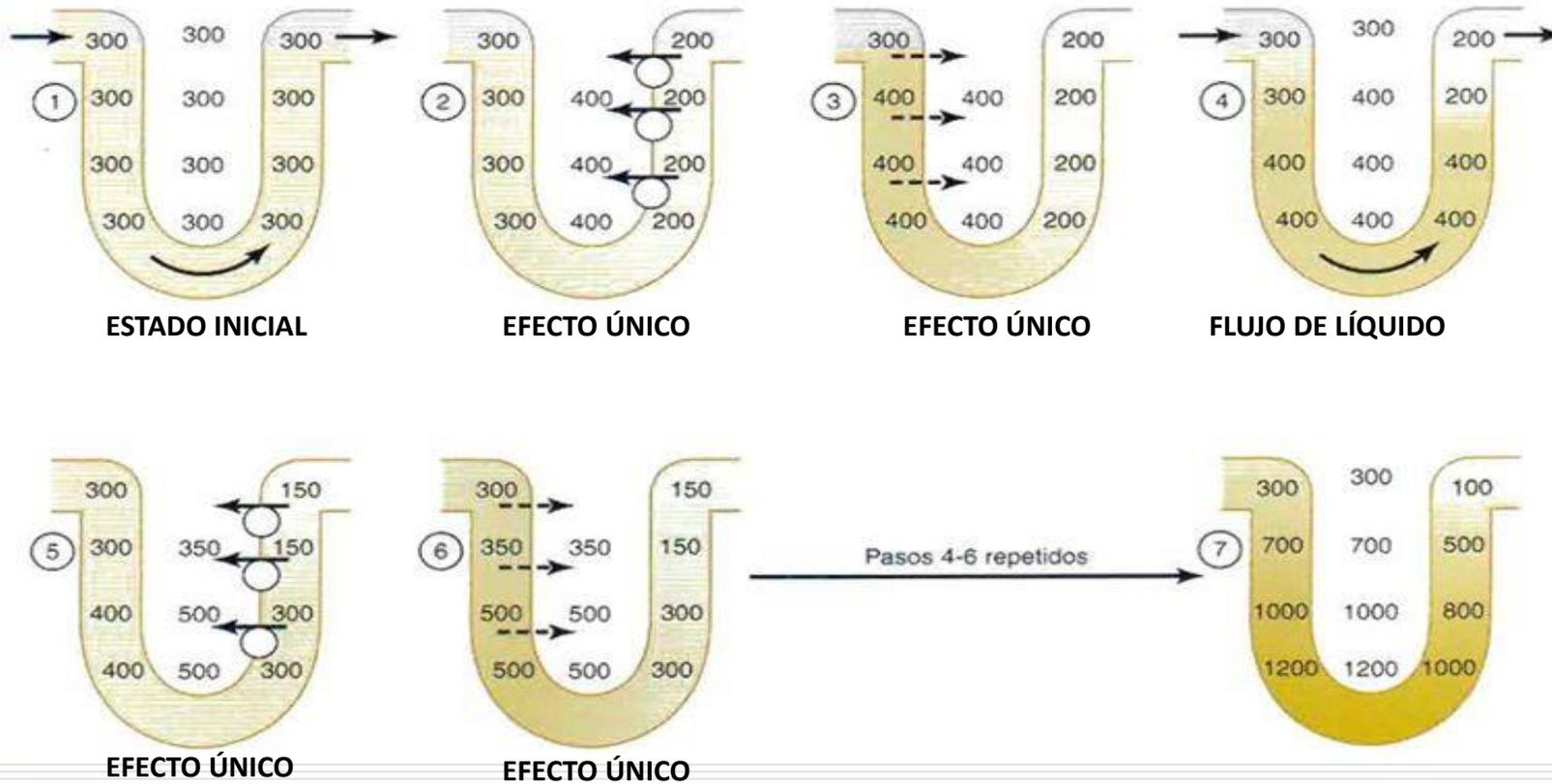
Flujo de líquido tubular

- A medida que nuevo líquido entra en rama descendente desde el TP, un volumen igual sale del TD, siempre hay un flujo continuo

Figura 2. Nefrona: Unidad funcional renal

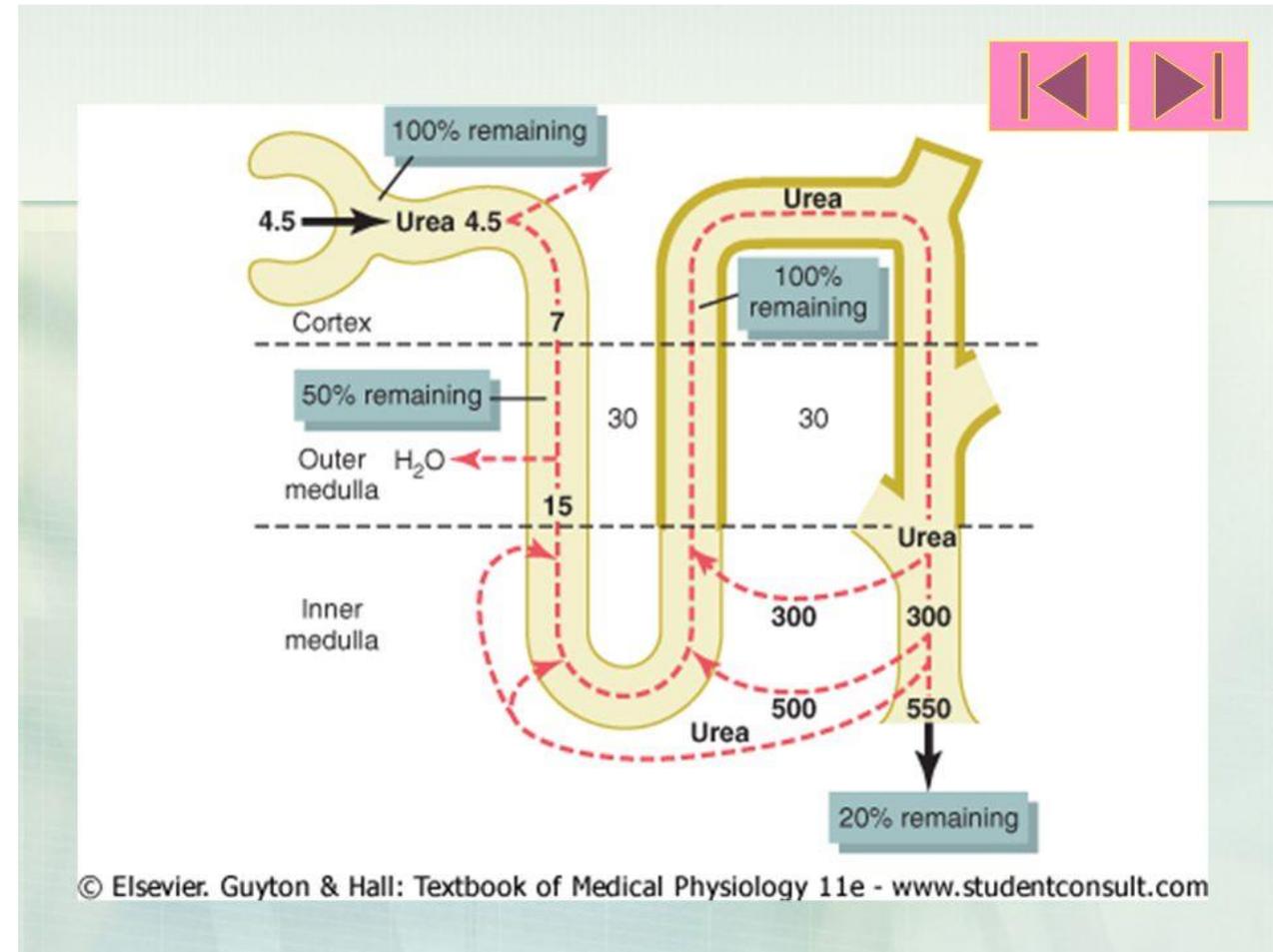


Mecanismo multiplicador de contracorriente



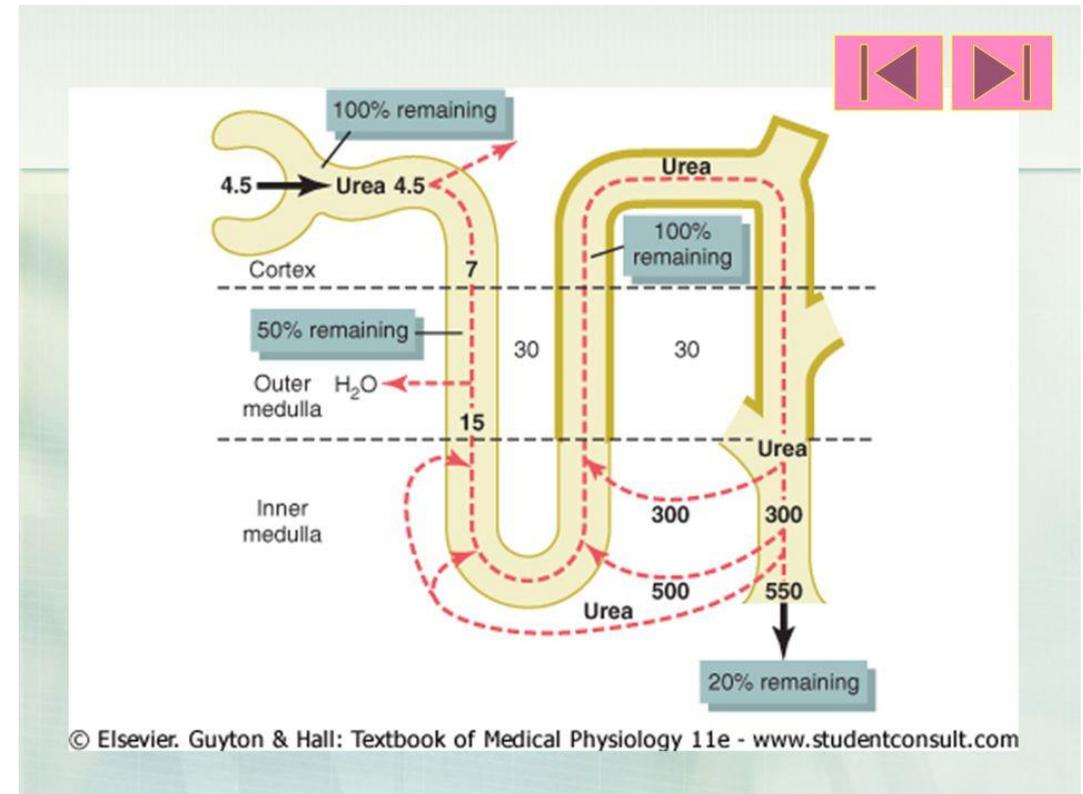
RECICLAJE DE UREA

- La recirculación de urea ayuda a atrapar urea en la médula renal
- Contribuye a la hiperosmolaridad medular o al gradiente osmótico corticomedular
- En presencia de altas concentraciones de ADH (antidiuresis)
- Cuando se filtra la urea, 50% se reabsorbe en el T proximal
- Conforme pasa al asa de Henle, se concentra, por la salida de H₂O, acción de UT-A2
- Se concentra en los túbulos colectores, pero la ADH decide si se reabsorbe o se excreta



RECICLAJE DE LA UREA

- En una nefrona yuxtaglomerular, que desciende hasta la papila de la médula renal, el gradiente osmótico puede aumentar de 300 mOsm/L en la zona corticomédular hasta un máximo de 1200-1400 mOsm/L en la zona medular
- Cuando el sistema funciona a su máximo, con presencia de ADH, con máxima reabsorción de urea
- En ausencia de ADH, la mayor parte de la urea se excreta y el gradiente sólo alcanza un máximo de 600mOsm/L
- El NaCl es el responsable de la generación de la mitad de la osmolaridad medular y la urea la otra mitad

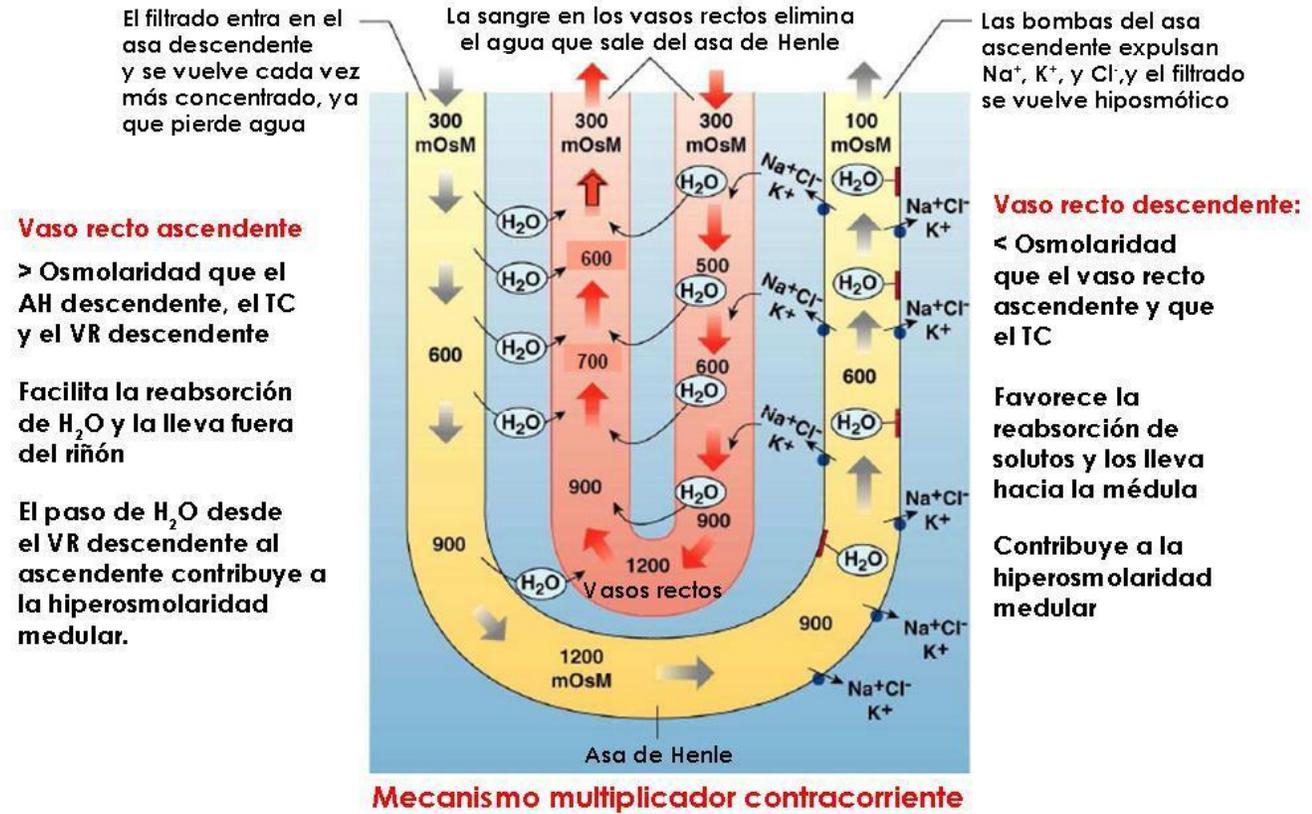


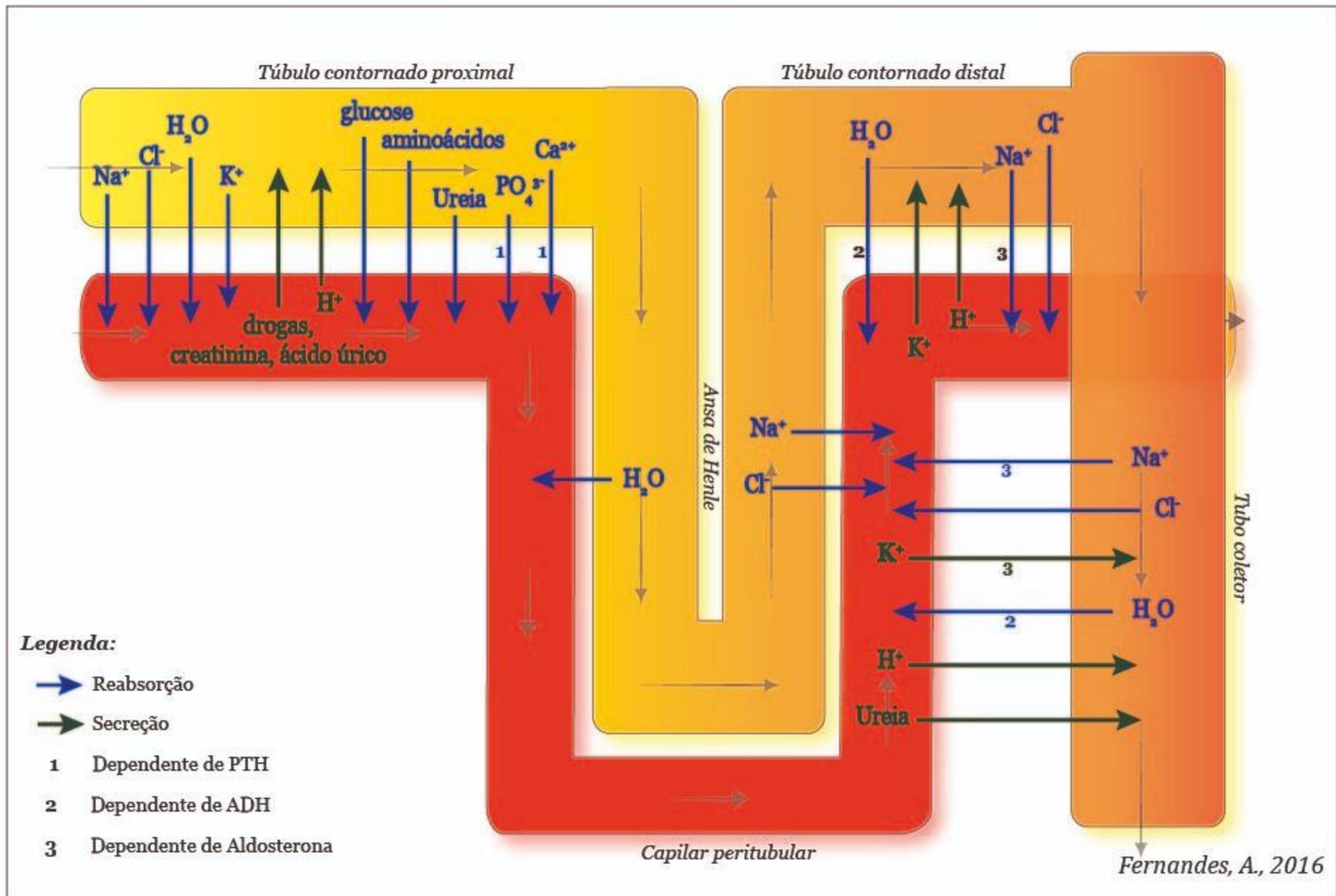
RECICLAJE DE UREA

- OSMOLARIDAD INTERSTICIAL
- 50 % NaCl
- 50 % Urea
- CON ADH, PUEDE LLEGAR HASTA 1200-1400
- EN AUSENCIA DE ADH: La urea no se reabsorbe haciendo que la osmolaridad intersticial disminuya a 600

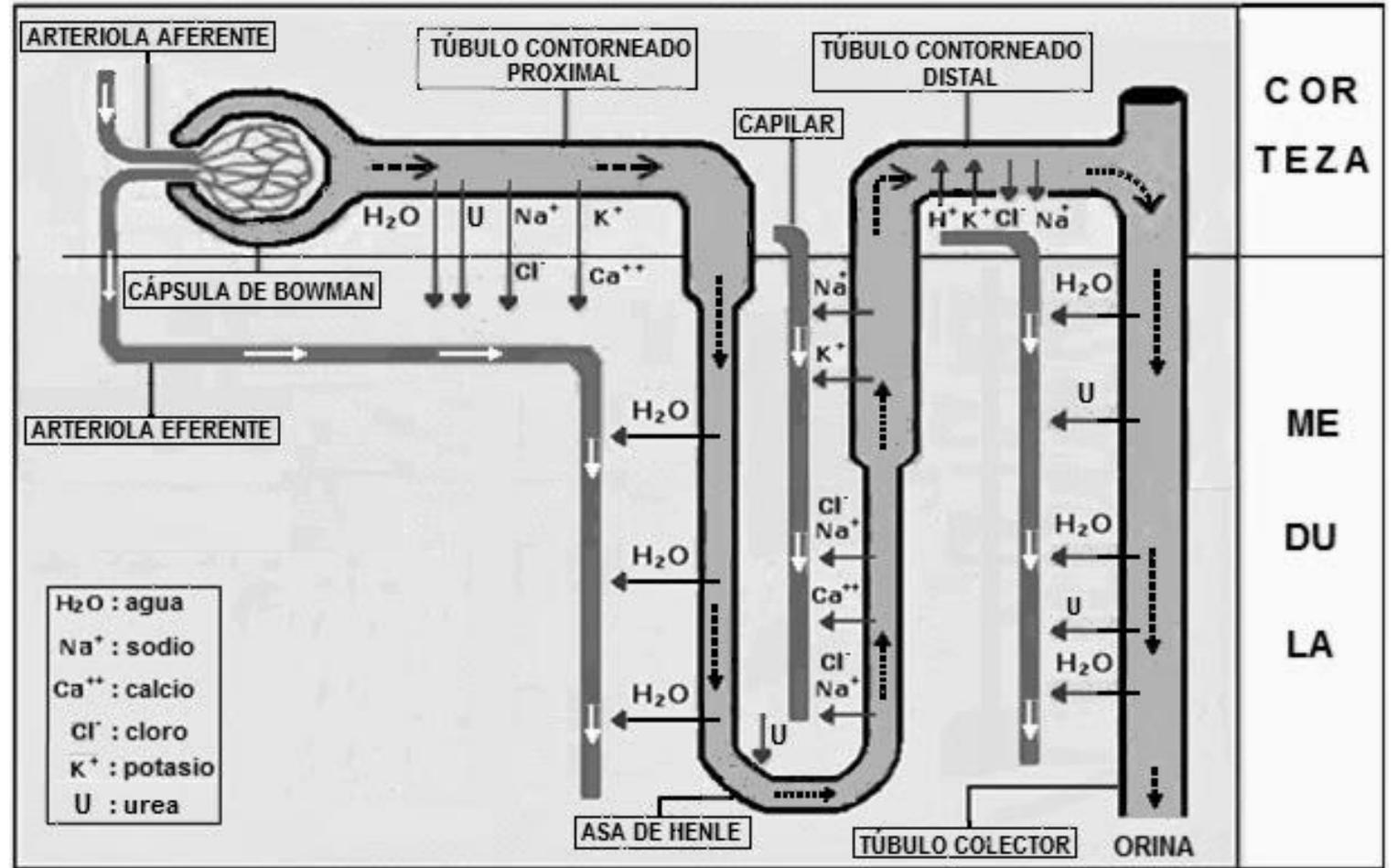
VASOS RECTOS

- Capilares que irrigan la médula suprarrenal
- Participan en el intercambio por contracorriente (intercambio en los capilares de H₂O y solutos)
- Flujo sanguíneo medular es bajo (5% del FSR total)
- ❖ **Evita que los solutos en la médula renal sean lavados o retirados rápidamente**
- El flujo capilar va en contracorriente del flujo tubular opuesto al flujo tubular
- El recorrido es paralelo al asa de Henle (forma de U)
- Evita que el H₂O absorbido baje la osmolaridad medular (El agua es llevada directamente a la vena renal por medio de los vasos rectos), mantienen la osmolaridad medular elevada





RESUMIENDO



ORINA CONCENTRADA (ANTIDIURESIS)

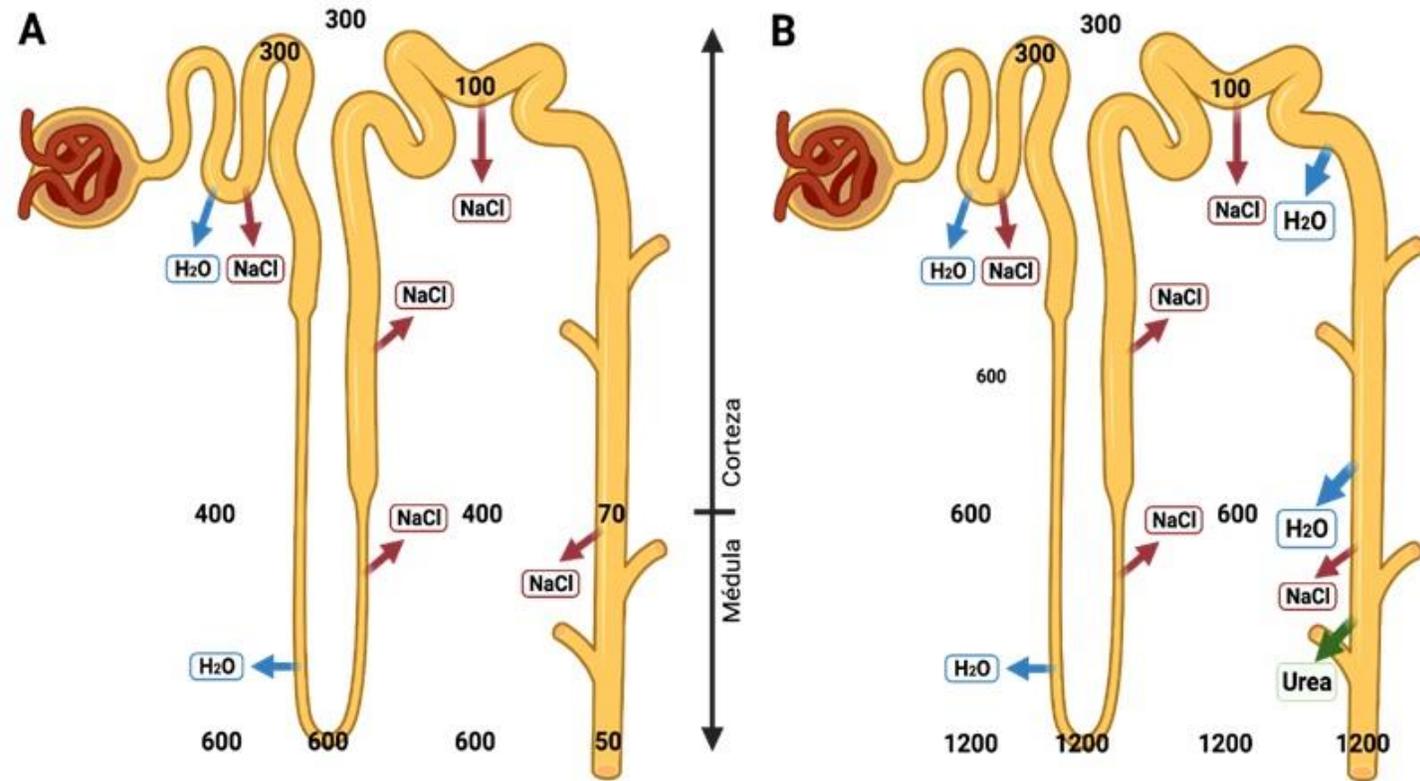


Figura 3. A. Formación de orina diluida cuando las concentraciones de hormona antidiurética (ADH) son muy bajas. B. Formación de orina concentrada cuando las concentraciones de ADH son altas. Los valores numéricos corresponden a mOsm/l.

CON ADH	SIN ADH
ORINA	ORINA
Menor UREA	Mayor UREA
Menor VOLUMEN	Mayor VOLUMEN
MENOS AGUA	Mayor AGUA
MAYOR OSMOLARIDAD	Menor OSMOLARIDAD
INTERSTICIO MEDULAR	INTERSTICIO MEDULAR
Mayor osmolaridad	Menor osmolaridad

Tabla 3. Valores medios diarios de varios componentes que se someten a filtración y reabsorción en los túbulos renales

Sustancia	Cantidad filtrada	Cantidad reabsorbida (%)	Cantidad excretada
Agua (litros)	180	99	1,8
Sodio (Na ⁺ , g)	630	99,5	3,2
Glucosa (g)	180	100	0
Urea (g)	54	44	30

ORINA DILUIDA (DIURESIS)

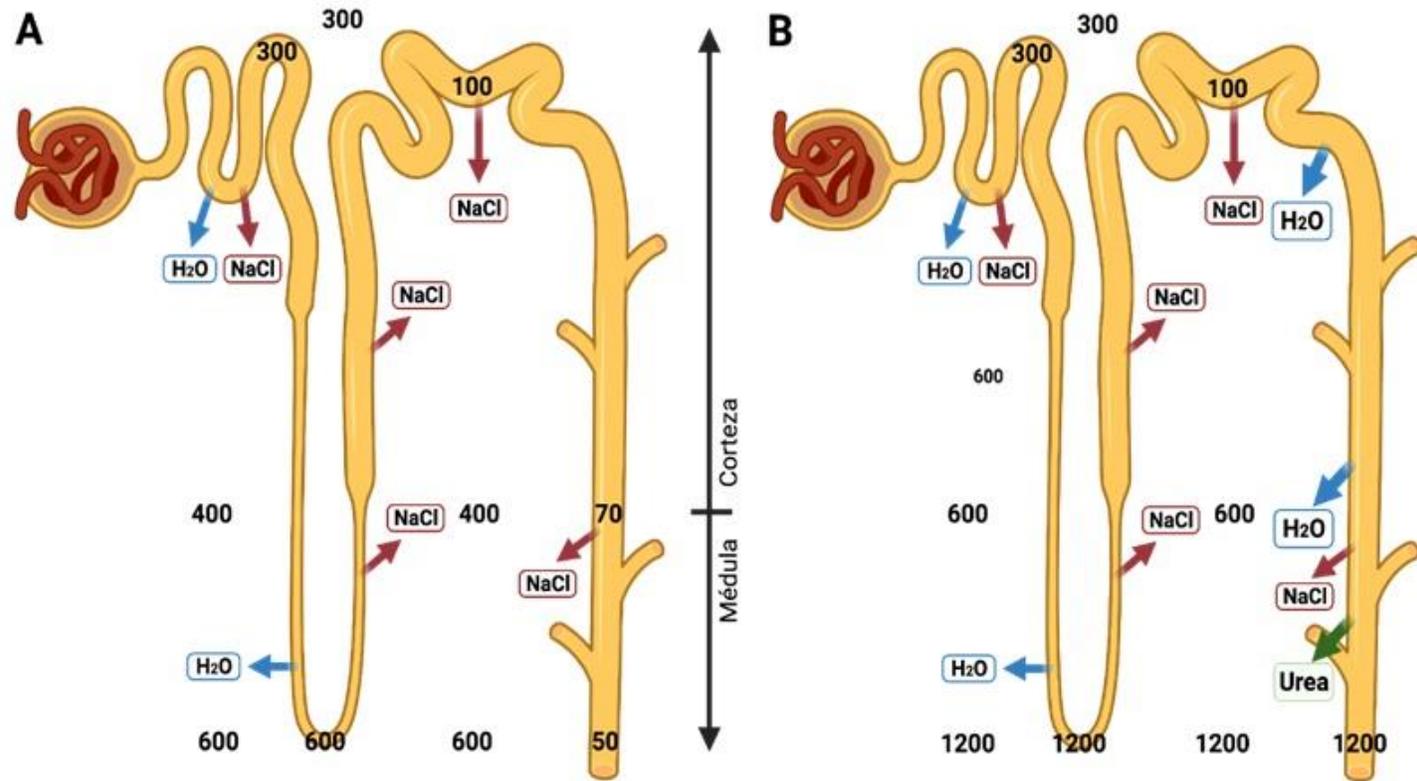
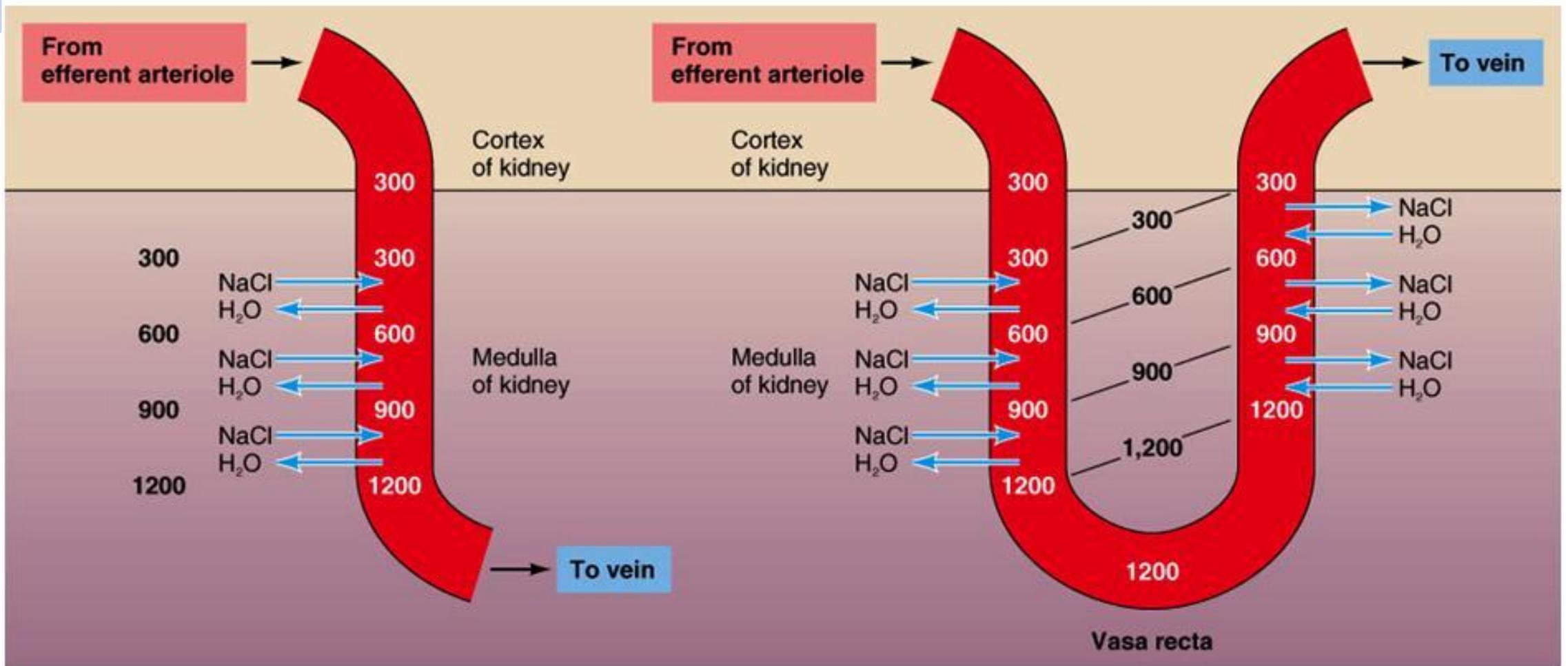
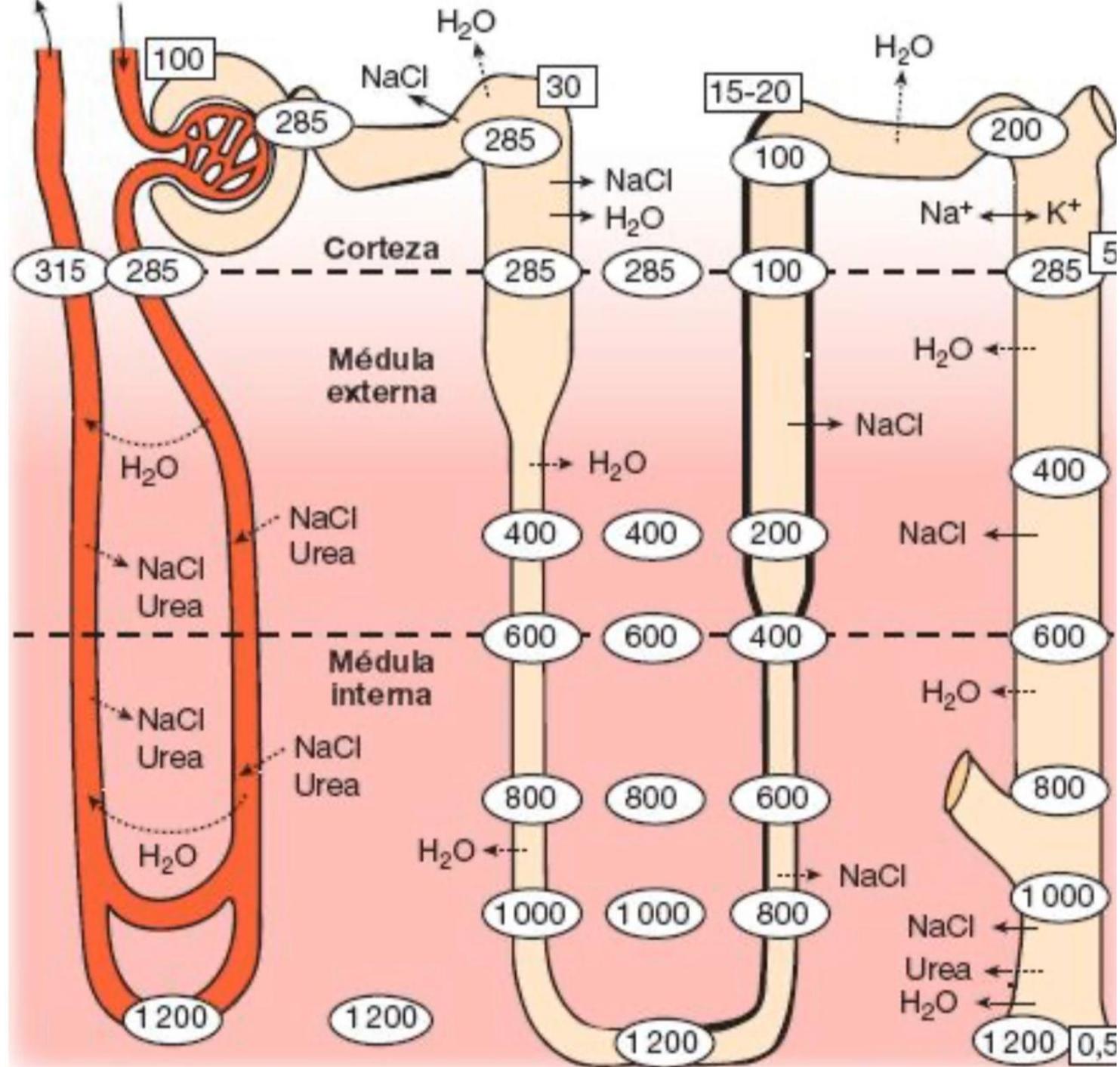


Figura 3. A. Formación de orina diluida cuando las concentraciones de hormona antidiurética (ADH) son muy bajas. B. Formación de orina concentrada cuando las concentraciones de ADH son altas. Los valores numéricos corresponden a mOsm/l.



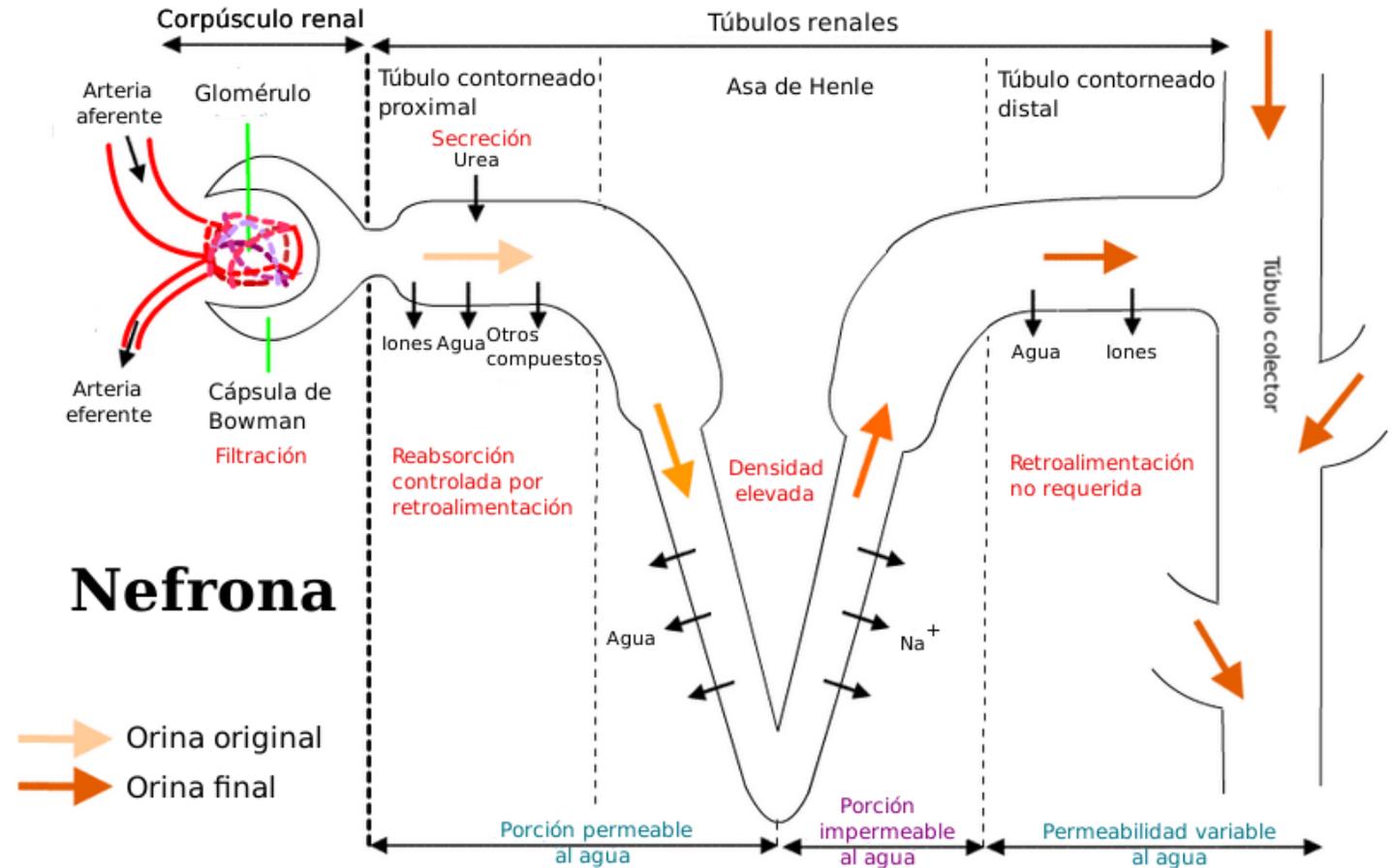


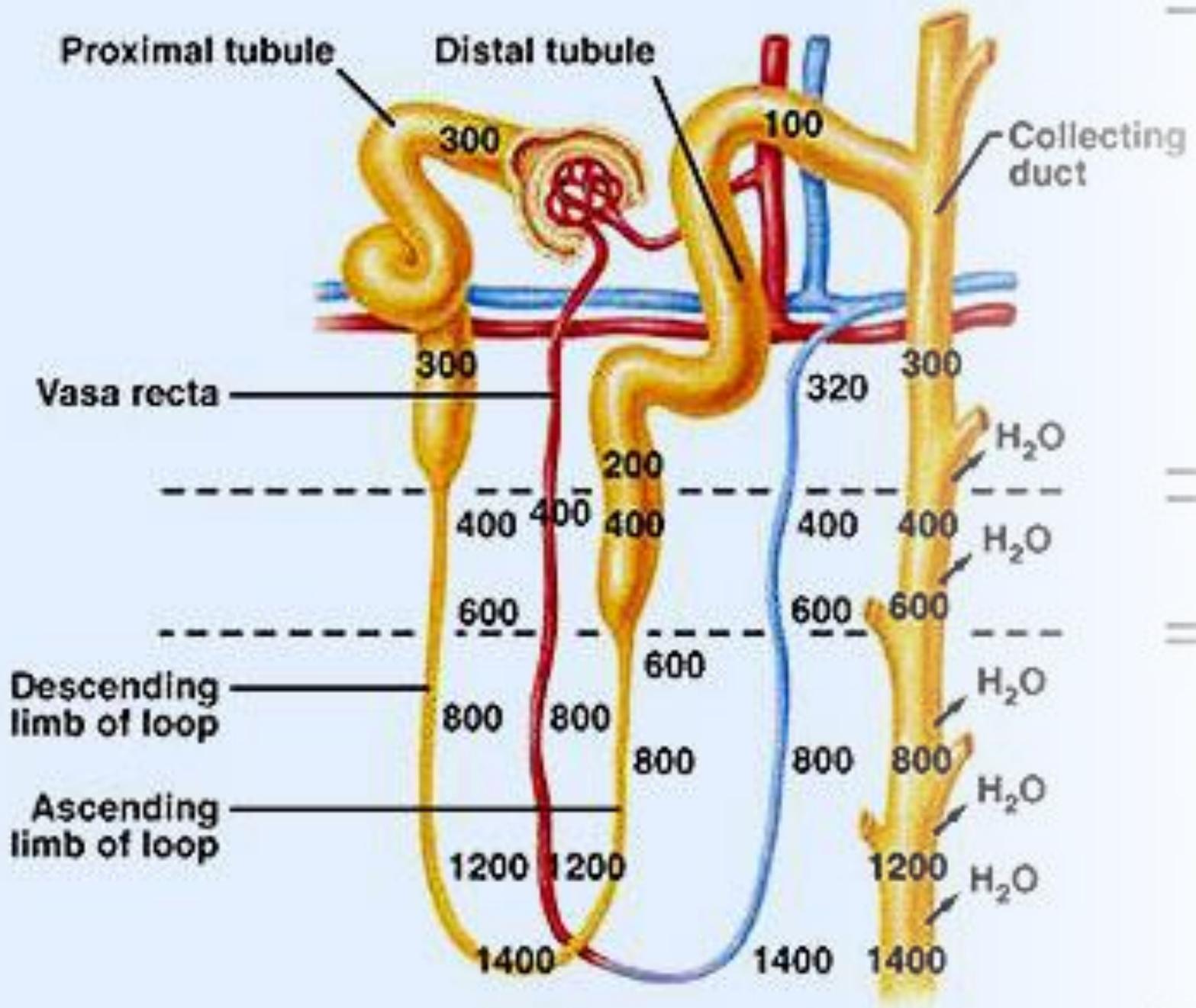
¿QUÉ GENERA UNA MÉDULA HIPEROSMÓTICA

- La multiplicación contracorriente (asa de Henle-NaCl)
- Reciclaje de Urea
- **Vasos rectos mantienen esta hiperosmolaridad)**
- ¿Cómo participa la hormona ADH?
 1. Aumenta permeabilidad de H₂O (TD y colector)
 2. Aumenta funcionamiento cotransportador Na₂ClK
 3. Aumenta permeabilidad de la Urea (TCmedular)

REGULACIÓN DE LA OSMOLARIDAD

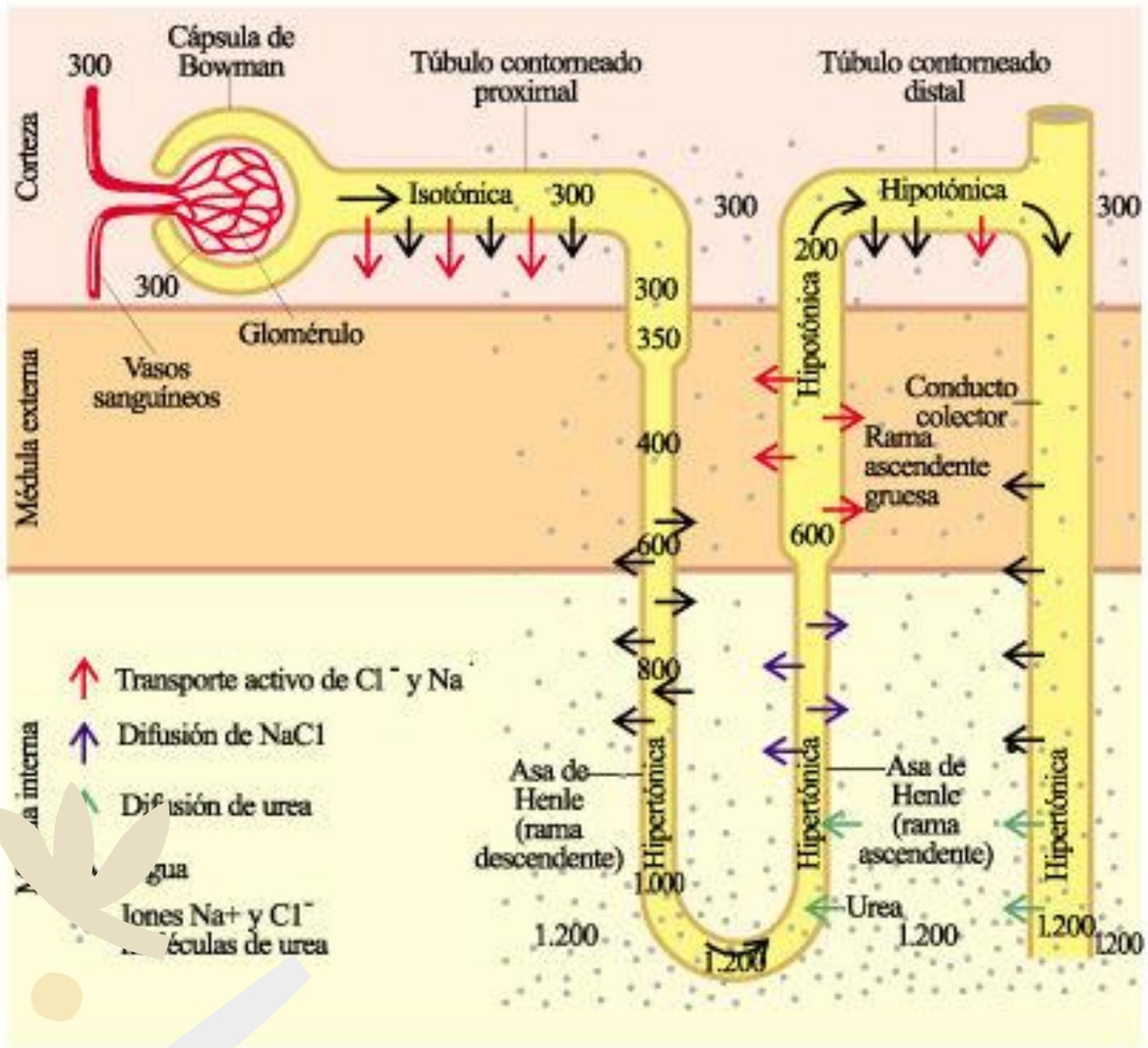
REGULACIÓN DE LA OSDe Polish Wikipedia user Sati, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5845200>MOLARIDAD



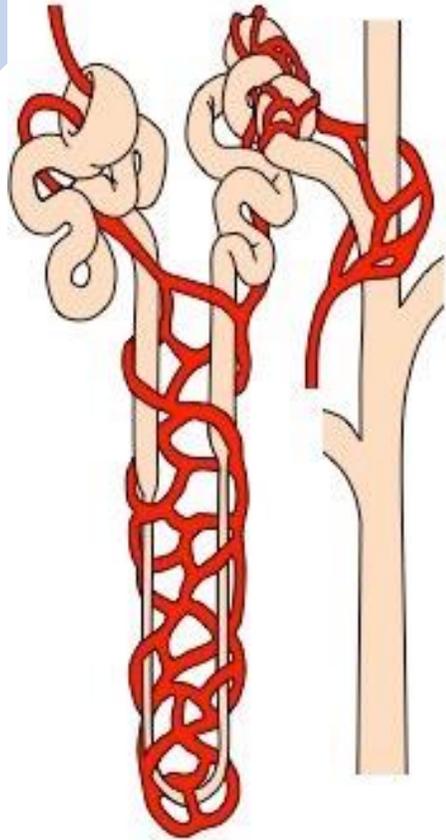


FILTRADO

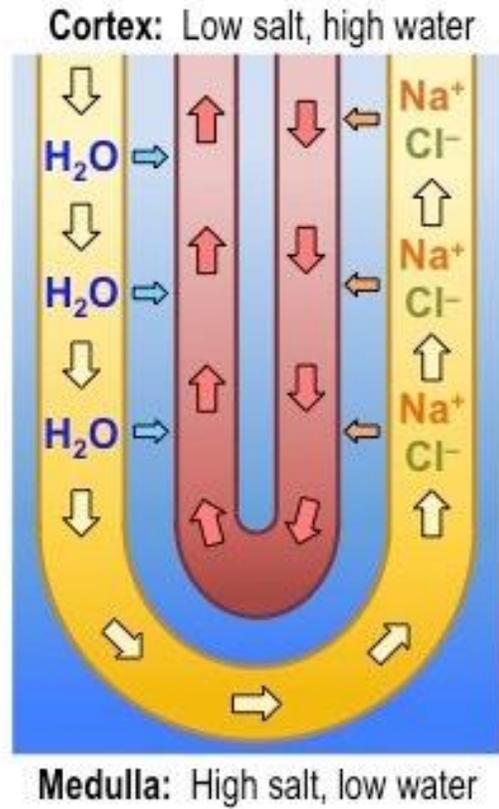
- Cuando el filtrado glomerular es recién formado su osmolaridad es aproximadamente la misma que la del plasma 300 mOsm/L
- El filtrado se modifica a medida que circula a lo largo del túbulo
- El túbulo proximal isoosmótico con respecto al plasma
- Asa descendente de Henle, el agua se reabsorbe por ósmosis, el líquido alcanza la osmolaridad del líquido intersticial (hiperosmolar), 900 mOsm/L
- Rama ascendente del asa de Henle, especialmente la parte gruesa se reabsorben el Na, K y Cl, impermeable al agua, el filtrado se diluye llegando a 100 mOsm/L Hipoosmótico. En la parte terminal del túbulo distal, hay reabsorción de Na y Cl y el líquido se diluye más. 50 mOsm/L **ORINA MUY DILUIDA**



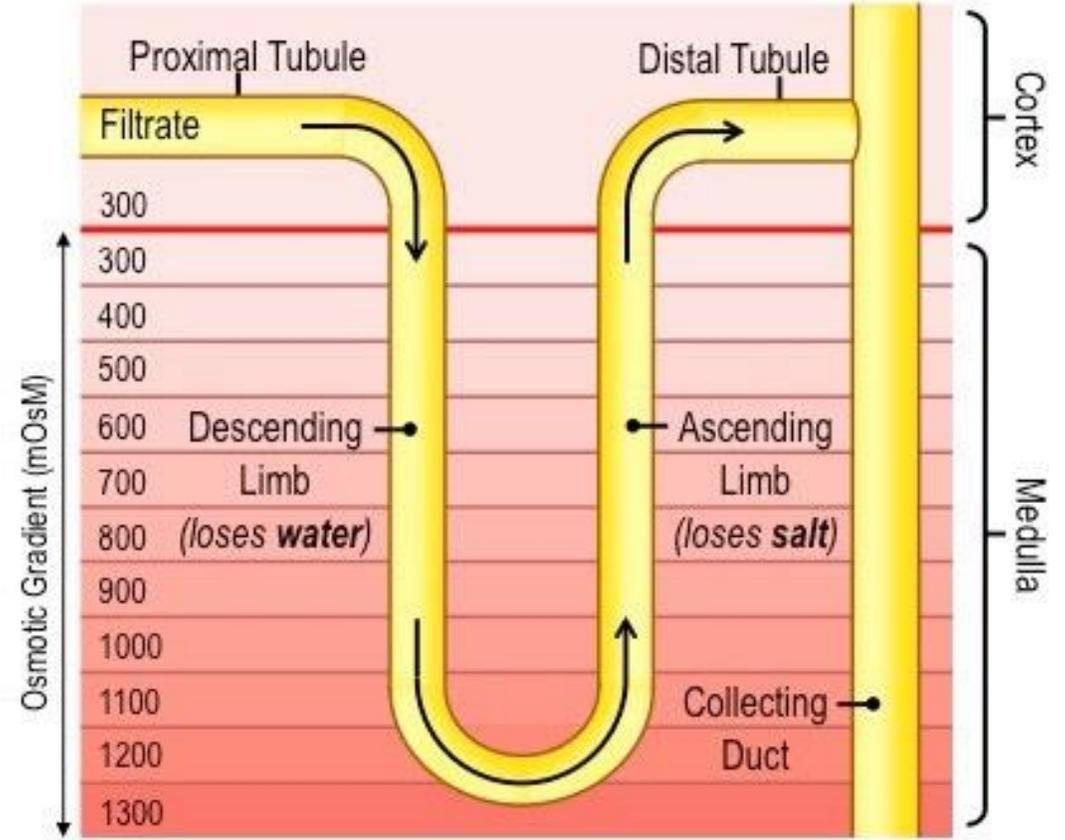
REGULACIÓN DE LA OSMOLARIDAD



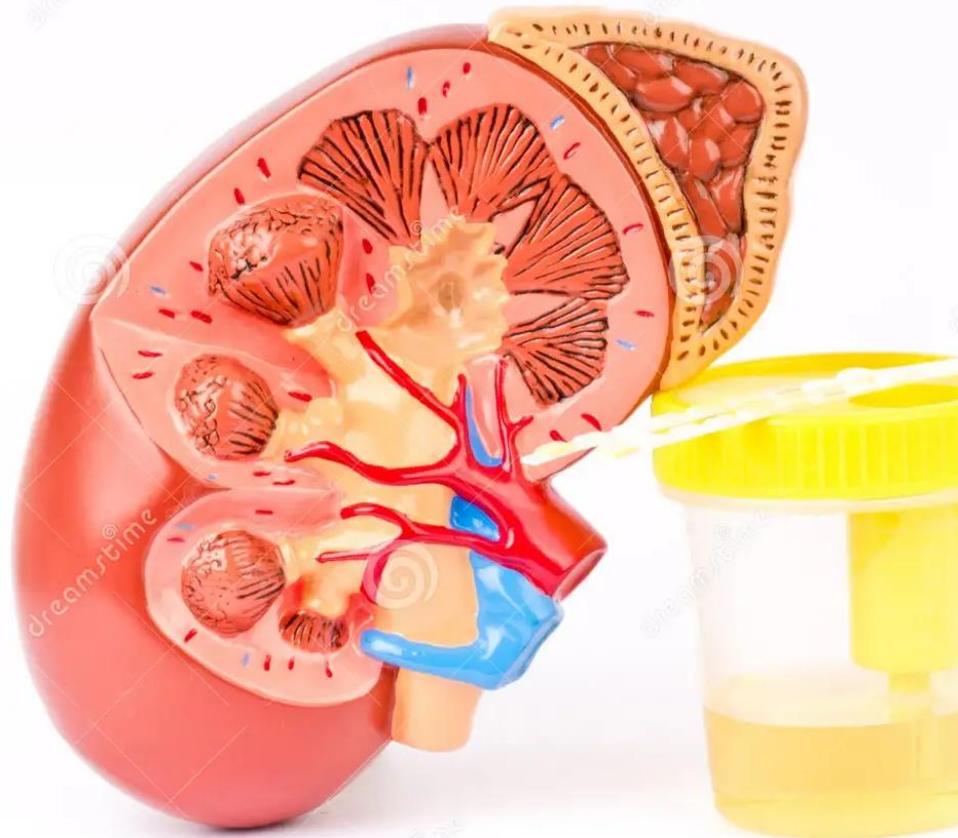
Loop of Henle + Vasa Recta



Countercurrent Exchange



Establishing a Salt Gradient in the Medulla of the Kidney



ORINA

- El riñón forma orina concentrada, mediante la excreción de solutos y aumentando la absorción de agua
- Se reduce el volumen de orina formado
- Concentración máxima de orina de 1200 mOsm/L a 1400 mOsm/L
- Cuatro o cinco veces la osmolaridad del plasma



ORINA

- Un ser humano normal debe ingerir unos 600 mOsm/L al día
- Siendo la capacidad de concentración máxima de 1200 mOsm/L
- Volumen mínimo de orina que debe excretarse es llamado VOLUMEN OBLIGATORIO DE ORINA y es 600 mOsm/día, divididos entre la Capacidad máxima que es de 1200 mOsm/L igual a 0.5 L/día

GRACIAS

